

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

**DISSERTAÇÃO**

**Níveis de Ácidos Graxos e Qualidade de Ovos Comerciais  
Convencionais e Enriquecidos com Ômega-3**

**Thaiz Marinho Magalhães Cedro**

**2008**



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

**NÍVEIS DE ÁCIDOS GRAXOS E QUALIDADE DE OVOS  
COMERCIAIS CONVENCIONAIS E ENRIQUECIDOS COM ÔMEGA-3**

**THAIZ MARINHO MAGALHÃES CEDRO**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Ligia Fátima Lima Calixto**

*e Co-orientação dos Professores*  
**Arlene Gaspar**  
**Fernando Augusto Curvello**

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

Seropédica, RJ  
Agosto, 2008

591.468

C389n

T

Cedro, Thaiz Marinho Magalhães, 1982-  
Níveis de ácidos graxos e qualidade de  
ovos comerciais convencionais e  
enriquecidos com ômega-3 / Thaiz Marinho  
Magalhães Cedro - 2008.

73. : il.

Orientador: Ligia Fátima Lima Calixto.  
Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia.

Bibliografia: f. 60-64


1. Ovos - Controle de qualidade -  
Teses. 2. Ovos - Conservação - Teses. 3.  
Estações do ano - Teses. I. Calixto, Ligia  
Fátima Lima, 1957-. II. Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia. III.  
Título.

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

**THAIZ MARINHO MAGALHÃES CEDRO**

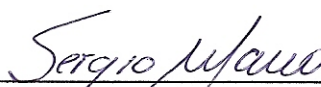
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 29/08/2008**



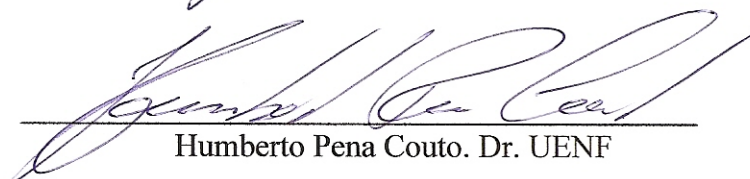
---

Ligia Fátima Lima Calixto. Dra. UFRRJ  
(Orientadora)



---

Sergio Borges Mano. Dr. UFF



---

Humberto Pena Couto. Dr. UENF

*À Deus e à minha amada família:  
papai **Luiz**, mamãe **Lilia**, irmãos **Luiz Bilu**,  
vovó Mair e vovô Mô (in memoriam).*

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, através **Programa de Pós Graduação em Zootecnia**, pela oportunidade oferecida pela realização do referido Mestrado.

À amiga e professora doutora **Ligia Fátima Lima Calixto** pela orientação e amizade desde a graduação.

À empresa **Uniquímica** e à **Granja Shintaku** pela doação dos ovos utilizados nesta pesquisa.

Aos professores doutores, **Arlene Gaspar** e **Fernando Augusto Curvello**, pela co-orientação e apoio, para a realização e conclusão desta dissertação.

Ao professor doutor **Celso Guimarães Barbosa**, pela orientação nas análises estatísticas realizadas na pesquisa.

Às alunas de graduação em Zootecnia, **Alessandra Souza Hora**, **Vívian Suane de Souza Freitas** e **Íris Aparecida Soares** pela ajuda na condução das análises laboratoriais.

Ao **Departamento de Reprodução Animal**, pela disponibilidade do Laboratório de Análises de Ovos.

Ao **Laboratório de Análises de Alimentos e Bebidas (LAAB)** do Instituto de Tecnologia da UFRRJ, pelo auxílio na execução das análises químicas.

Ao secretário da Pós Graduação em Zootecnia, **Frank Sarubi**, pelo incentivo e amizade.

Às minhas amigas do Alojamento da Pós Graduação da UFRRJ, em especial, a **Fernanda Godói**, **Sabrina Rita**, **Patrícia Barizon** e **Daniele Fernanda**, pelo “teto”, momentos de descontração e dicas que me ajudaram durante esta jornada.

Às minhas eternas amigas e companheiras **Cláudia Cunha**, **Roberta Barbosa**, **Eliane Brandão**, **Bárbara Musso** e **Cristiane Nunes**, pelo incentivo a entrada no meio acadêmico.

À minha família, por todo amor, incentivo e apoio.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o êxito deste trabalho.

## RESUMO GERAL

CEDRO, Thaiz Marinho Magalhães. **Níveis de ácidos graxos e qualidade de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3**. 2008. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Foram utilizados 1160 ovos comerciais em quatro experimentos realizados no Laboratório de Análises de Ovos do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) produzidos por dois grupos de poedeiras da linhagem Isa Brown com 33 semanas de idade. No grupo 1, as aves foram alimentadas durante toda vida produtiva com ração a base de milho e farelo de soja (produção de ovos convencionais), enquanto que no grupo 2, à partir da 22ª semana de idade das aves, foi acrescentado a ração básica 1,5% de substrato de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3). No experimento 1, cujo objetivo foi avaliar a qualidade interna e externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados em diferentes temperaturas, foi verificado que os dois tipos de ovos estudados apresentaram características de qualidade interna e externa semelhantes. Os ovos armazenados por vinte e um dias a 25°C apresentaram menores médias para unidade Haugh e índice de gema e maiores para pH do albúmen e da gema quando comparado aos demais tratamentos relacionados a temperatura e período de armazenamento. Não foram observadas diferenças significativas para espessura, percentual e peso da casca entre os dois tipos de ovos estocados por vinte e um dias, independentemente da temperatura de armazenamento. No experimento 2 foi avaliada a influência da estação do ano sobre a qualidade de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados em ambiente refrigerado. Neste segundo ensaio foi observado que os ovos coletados no verão apresentaram peso, qualidade interna e externa inferior ao daqueles coletados no inverno. Com relação ao armazenamento, foi verificado efeito negativo sobre o peso, unidade Haugh e índice de gema, mas não houve efeito sobre a espessura da casca destes ovos. No experimento 3, comparou-se os níveis de ácidos graxos e suas relações em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 e foi verificado que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram teores totais de ácidos graxos (AG) poliinsaturados da série  $\omega$ -3 (1839 mg/100g de gema) e de AG monoinsaturados (10744 mg/100g de gema) significativamente superiores aos dos ovos convencionais (927 e 7997 mg/100g de gema, respectivamente). As relações entre os ácidos graxos poliinsaturados/saturados (P/S) e entre  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 dos ovos enriquecidos foram próximas ao ideal estimado para o consumo humano (1,10 e 3,00; respectivamente). Os ovos convencionais apresentaram teores totais de AG saturados (8740 mg/100g de gema) e de AG poliinsaturados da série  $\omega$ -6 (9600 mg/100g de gema) significativamente superiores aos dos ovos enriquecidos  $\omega$ -3 (6640 e 5510 mg/100g de gema, respectivamente). No experimento 4, três pessoas individualmente avaliaram a intensidade de pigmentação da gema com o auxílio de um leque colorimétrico. Foi verificado que os ovos convencionais apresentaram gema menos pigmentada que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3. O armazenamento em diferentes temperaturas provocou o aparecimento de manchas escuras nas gemas dos ovos enriquecidos. Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais utilizadas concluiu-se que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram elevados níveis de AG poliinsaturados da série  $\omega$ -3, balanço adequado das relações entre  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 e P/S e boas características de qualidade interna e externa, sendo desta forma, considerados uma excelente alternativa de alimento para aqueles consumidores preocupados em ingerir dietas mais saudáveis.

**Palavras-chave:** Estações do ano. Pigmentação da gema. Temperatura de armazenamento.

## GENERAL ABSTRACT

CEDRO, Thaiz Marinho Magalhães. **Fatty acid levels and quality of conventional and enriched omega-3 eggs.** 2008. 73 p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

1160 eggs were utilized in four experiments were conducted in Eggs Analyses Laboratory of the Institute of Animal Science of the Rural Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ) using commercial eggs produced by two groups of laying hens line Isa Brown with 33 week-old. In group 1, the birds were fed throughout their productive life with a basic diet of corn and soybean meal, while in group 2, since 22<sup>a</sup> weeks-old of the hens, was added to the basic diet 1.5% of marine algae substrate and 1.8% fish oil (production of enriched  $\omega$ -3 eggs). In experiment 1, whose aim was to evaluate the internal and external quality of conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs stored at different temperatures, it was found that both types of eggs studied had similar characteristics of internal and external quality. Eggs stored for 21 days at 25°C had lower averages for Haugh unit and yolk index and higher averages of albumen pH and yolk pH when compared to other treatments related to temperature and period of storage. There were no significant differences in egg shell thickness, shell weight and shell percentage between the two types of eggs stored for 21 days, regardless of the temperature of storage. In experiment 2 was assessed the influence of the season on the quality of enriched  $\omega$ -3 eggs stored in refrigerated environment. In this second issue was verify that the eggs collected in the summer showed eggs weight and internal and external quality aspects lower than those collected in winter. In this second issue was verify that the eggs collected in the summer showed eggs weight and internal and external quality aspects lower than those collected in winter. In this second issue was verify that the eggs collected in the summer showed eggs weight and internal and external quality aspects lower than those collected in winter. The storage affected negatively the eggs weight, Haugh unit and yolk index, but there was no effect on the shell thickness. In experiment 3 was compared the fatty acids levels and relationships in conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs. The enriched  $\omega$ -3 eggs showed total levels of  $\omega$ -3 polyunsaturated (1839 mg/100g of yolk) and monounsaturated fatty acids (10,744 mg/100g of yolk) higher than those of conventional eggs (927 and 7997 mg/100g of yolk, respectively). Relations between polyunsaturated/saturated fatty acids (P/S) and between  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 of enriched eggs were close to the ideal estimated for human consumption (1.10 and 3.00, respectively). The conventional eggs had total levels of saturated (8740 mg/100g of yolk) and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids (9600 mg/100g of yolk) significantly higher than the enriched  $\omega$ -3 eggs (6640 and 5510 mg/100g of yolk, respectively). In Experiment 4, three people individually assessed the intensity of yolk pigmentation with a color range. It was found that conventional eggs had the yolk less pigmented enriched  $\omega$ -3 ones. The storage at different temperatures caused the appearance of dark spots in the egg yolks enriched. Based on the results obtained in experimental conditions used it was found that enriched  $\omega$ -3 eggs showed high levels of  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids, appropriate balance of the relations between P/S and between  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 and good characteristics of internal and external quality, thus those eggs can be considered an excellent alternative food for those consumers concerned about eating healthy diets.

**Key words:** Seasons. Yolk pigmentation. Storage temperature.



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b>	Composição Centesimal das rações experimentais.....	14
<b>Tabela 2.</b>	Peso médio e qualidade externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3 armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	19
<b>Tabela 3.</b>	Qualidade interna de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3 armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	20
<b>Tabela 4.</b>	Influência da estação do ano sobre a qualidade interna e externa de ovos enriquecidos com $\omega$ -3 armazenados em ambiente refrigerado.....	24

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b>	Proporções dos principais lipídios da gema (%).	39
<b>Tabela 2.</b>	Ácidos graxos da gema de ovos comerciais convencionais (% de lipídios totais).	40
<b>Tabela 3.</b>	Composição centesimal das rações experimentais.....	46
<b>Tabela 4.</b>	Peso, qualidade interna e externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	51
<b>Tabela 5.</b>	Níveis de ácidos graxos saturados (mg/100g de gema) da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	53
<b>Tabela 6.</b>	Níveis de ácidos graxos monoinsaturados (mg/100g de gema) da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	53
<b>Tabela 7.</b>	Níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série $\omega$ -6 (mg/100g de gema) da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	54
<b>Tabela 8.</b>	Níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série $\omega$ -3 (mg/100g de gema) da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	55
<b>Tabela 9.</b>	Níveis e relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3 da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	55
<b>Tabela10.</b>	Níveis e relação P/S de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	56

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1.</b>	Sistema de criação em baterias de gaiolas da Granja Shintaku.....	13
<b>Figura 2.</b>	Determinação da altura do albúmen denso com o micrômetro tripé Ames modelo S-6428.....	15
<b>Figura 3.</b>	Determinação da altura da gema (a) com o micrômetro tripé Ames modelo S-6428 e diâmetro (b) da gema com paquímetro analógico Mytutoyo.....	15
<b>Figura 4.</b>	Determinação do pH do albúmen (a) e da gema (b) com peogômetro Mettler Toledo modelo 320.....	15
<b>Figura 5.</b>	Determinação da espessura da casca com micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.....	16
<b>Figura 6.</b>	Unidade Haugh de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	21
<b>Figura 7.</b>	Índice de gema de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	22
<b>Figura 8.</b>	pH do albúmen de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	22
<b>Figura 9.</b>	pH da gema de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.....	23
<b>Figura 10.</b>	Peso dos ovos enriquecidos com $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão..	24
<b>Figura 11.</b>	Unidade Haugh dos ovos enriquecidos com $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão.....	25
<b>Figura 12.</b>	Índice de gema dos ovos enriquecidos com $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão.....	26
<b>Figura 13.</b>	Espessura da casca dos ovos enriquecidos com $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão (mm).....	26

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1.</b>	Metabolismo bioquímico dos ácidos graxos essenciais.....	42
<b>Figura 2.</b>	Determinação da altura do albúmen denso com o micrômetro tripé Ames modelo S-6428.....	47
<b>Figura 3.</b>	Determinação da altura da gema (a) com o micrômetro tripé Ames modelo S-6428 e diâmetro (b) da gema com paquímetro analógico Mytutoyo.....	47
<b>Figura 4.</b>	Determinação da espessura da casca com micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.....	48
<b>Figura 5.</b>	Avaliação da intensidade de pigmentação da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3 com leque colorimétrico DSM..	49
<b>Figura 6.</b>	Pigmentação da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	57
<b>Figura 7.</b>	Comparação da intensidade de pigmentação da gema dos ovos comerciais convencionais e enriquecidos com $\omega$ -3.....	57
<b>Figura 8.</b>	Presença de manchas na gema de ovos enriquecidos com $\omega$ -3.....	58
<b>Figura 9.</b>	Percentual de gema manchadas em ovos enriquecidos com $\omega$ -3 durante o armazenamento a 29 e 5°C.....	58

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	01
<b>2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	02
<b>CAPÍTULO I - QUALIDADE INTERNA E EXTERNA DE OVOS COMERCIAIS CONVENCIONAIS E ENRIQUECIDOS COM ÔMEGA-3 (<math>\omega</math>-3)</b> .....	03
<b>RESUMO</b> .....	04
<b>ABSTRACT</b> .....	05
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	06
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	07
2.1 Definição e Classificação de Ovos.....	07
2.1.1 Classe A.....	07
2.1.2 Classe B.....	07
2.1.3 Classe C.....	07
2.1.4 Classe D.....	07
2.1.5 Classe E.....	08
2.2 Parâmetros de Avaliação da Qualidade de Ovos.....	08
2.2.1 Unidade Haugh.....	08
2.2.2 Índice de gema.....	08
2.2.3 pH.....	09
2.2.4 Espessura da casca.....	09
2.3 Fatores Envolvidos na Perda de Qualidade dos Ovos.....	09
2.3.1 Genética das aves.....	09
2.3.2 Idade das aves.....	10
2.3.4 Nutrição das aves.....	10
2.3.5 Temperatura.....	10
2.4 Modificação do Conteúdo Nutricional dos Ovos.....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Experimento 1.....	14
3.2 Experimento 2.....	16
3.3 Análise Estatística.....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
4.1 Experimento 1.....	18
4.1.1 Peso dos ovos.....	18
4.1.2 Qualidade externa.....	19
4.1.3 Qualidade interna.....	20
4.2 Experimento 2.....	23
4.2.1 Peso dos ovos.....	24
4.2.2 Unidade Haugh.....	25
4.2.3 Índice de gema.....	25
4.2.4 Espessura da casca.....	26
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29
<b>CAPÍTULO II NÍVEIS DE ÁCIDOS GRAXOS E SUAS RELAÇÕES NA GEMA DE OVOS COMERCIAIS CONVENCIONAIS E ENRIQUECIDOS ÔMEGA – 3 (<math>\omega</math>-3)</b> .....	35
<b>RESUMO</b> .....	36
<b>ABSTRACT</b> .....	37

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	38
2. <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	39
2.1 Metabolismo dos Lipídios na Formação do Ovo.....	39
2.2 Lipídios do Ovo.....	39
2.3 Modificação dos Níveis de Ácidos Graxos da Gema.....	42
3. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	45
3.1 Experimento 1.....	46
3.1.1 Avaliação da qualidade interna e externa.....	46
3.1.2 Níveis de ácidos graxos da gema dos ovos.....	48
3.2 Experimento 2.....	49
3.3 Análise Estatística.....	50
4. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
4.1 Experimento 1.....	51
4.1.1 Peso dos ovos.....	51
4.1.2 Qualidade externa e interna dos ovos.....	51
4.1.3 Níveis de ácidos graxos na gema dos ovos.....	52
4.1.4 Relação entre $\omega$ -6/ $\omega$ -3.....	55
4.1.5 Relação entre ácidos graxos poliinsaturados/saturados (P/S).....	56
4.2 Experimento 2.....	56
4.2.1 Alteração da intensidade de pigmentação da gema.....	56
4.2.2 Ocorrência de manchas nas gemas.....	58
5. <b>CONCLUSÕES</b> .....	60
6. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	61
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	67
<b>ANEXOS</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O ovo é um alimento completo, pois contribui para a nutrição humana com proteína de alta qualidade, rico em minerais e vitaminas, com baixo valor calórico e pequeno custo. No entanto, para que seu potencial nutritivo seja aproveitado pelo homem, é necessário que se tomem alguns cuidados durante o período que transcorre entre a postura e o consumo. Quanto maior for este período, pior será a qualidade interna dos ovos.

A refrigeração é importante para auxiliar a preservação da qualidade interna dos ovos nos pontos de comercialização. No entanto, nas condições do mercado interno, 92% dos ovos são comercializados *in natura* e todo o processo de comercialização ocorre sem refrigeração. A validade máxima de um ovo em temperatura ambiente, sem prejuízos para sua qualidade interna, varia de quatro a quinze dias após a data de postura (LEANDRO et al., 2005).

Apesar de rico em nutrientes e do baixo custo, o consumo de ovos no Brasil ainda é pequeno. A Associação Paulista de Avicultura (APA) revela que o brasileiro come, em média, um ovo a cada três dias, enquanto o japonês e o mexicano consomem cerca de um ovo por dia (APA, 2008). Diversas pesquisas demonstram a necessidade de se implementar ações junto ao consumidor para que a demanda de consumo de ovos seja ampliada.

Atualmente, a indústria avícola vem estimulando o consumo de ovos através do “enriquecimento” com ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGP  $\omega$ -3), também conhecidos como ovos *PUFA* (*Polyunsaturated Fatty Acids*).

Nos últimos anos, vários estudos têm sido realizados visando à incorporação de AGP  $\omega$ -3 na gema de ovos comerciais, através da suplementação de fontes ricas nestes ácidos graxos, como substratos marinhos e de sementes oleaginosas, na ração de poedeiras.

O interesse da população pelos teores dietéticos destas frações lipídicas é atribuído à prevenção contra doenças mentais, cardiovasculares e alguns tipos de câncer.

Os ovos enriquecidos apresentam maiores teores de ômega-3 do que os ovos convencionais, no entanto, existem poucas referências sobre a qualidade desses ovos comercializados. A tentativa de estimular a preferência do consumidor por um produto de qualidade tem incentivado pesquisas que ofereçam subsídios que assegurem este aspecto.

Diante do exposto, foi observada a necessidade de maiores estudos que permitissem observar as supostas diferenças entre ovos comerciais convencionais e os enriquecidos com  $\omega$ -3, no que diz respeito aos aspectos de qualidade externa e interna, enfatizando o teor de ácidos graxos.

## 2 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

APA. Associação Paulista de Avicultura. **Consumo Mundial de Ovos.** In: <http://www.apa.com.br/>. Acesso dia 10/04/08.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.de.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, A.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B.de. Aspectos de Qualidade Interna e Externa de Ovos Comercializados em Diferentes Estabelecimentos na Região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

## **CAPÍTULO I**

### **QUALIDADE INTERNA E EXTERNA DE OVOS COMERCIAIS CONVENCIONAIS E ENRIQUECIDOS COM ÔMEGA-3 ( $\omega$ -3)**

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade interna e externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 em função do armazenamento em diferentes temperaturas e da época do ano, foram realizados dois experimentos no Laboratório de Análises de Ovos do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) durante quarenta e dois dias nos meses de agosto de 2006 e fevereiro de 2008. Dois grupos de poedeiras da linhagem Isa Brown com 33 semanas de idade foram separadas de modo a receber rações diferenciadas. No grupo 1 as aves foram alimentadas com ração a base de milho e farelo de soja (produção de ovos convencionais), enquanto que no grupo 2, foi acrescentado à ração básica 1,8% de substrato de algas marinhas e 1,5% de óleo de peixe (produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3). No experimento 1 foi avaliado o efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, através da unidade Haugh, pH do albúmen, índice e pH da gema, espessura, percentual e peso da casca. Os dois tipos de ovos analisados apresentaram aspectos de qualidade interna e externa semelhantes. Os ovos armazenados por vinte e um dias a 25°C apresentaram menores médias para unidade Haugh e índice de gema e maiores para pH do albúmen e pH da gema quando comparados aos demais tratamentos estudados. Não foram observadas diferenças significativas na espessura, percentual e peso da casca entre os dois tipos de ovos estocados por vinte e um dias, independentemente da temperatura de armazenamento estudada. No experimento 2 foi estudada a influência da estação do ano sobre a qualidade de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados em ambiente refrigerado, avaliada pelo peso do ovo, unidade Haugh, índice de gema e espessura da casca. Os ovos coletados no verão apresentaram peso médio e qualidade interna e externa mais baixa do que aqueles coletados no inverno. Com relação ao armazenamento, foi verificado efeito negativo deste sobre o peso médio dos ovos, unidade Haugh e índice de gema, entretanto, a espessura da casca não foi influenciada por este fator. Com base nos resultados obtidos nas condições experimentais utilizadas, concluiu-se que os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 possuem boa qualidade interna, no entanto, para que esta seja preservada é necessário armazenar os ovos sob refrigeração. A qualidade externa dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 não foi influenciada pelo armazenamento em diferentes temperaturas. As altas temperaturas registradas durante a época mais quente do ano afetou negativamente os aspectos de qualidade interna e externa dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

**Palavras-Chave:** Ácido graxo. Estação do ano. Temperatura de armazenamento.



## ABSTRACT

With the aim of evaluate the internal and external quality aspects of conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs depending on the storage at different temperatures and the season, were conducted two experiments in the Eggs Analyses Laboratory of the Institute of Animal Science of the Rural Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ) for forty-two days in August 2006 and February 2008. Two groups of laying hens line Isa Brown with 33 weeks of age were separated in order to receive diets differentiated. In group 1, the birds were fed a basic ration of corn and soybean meal (production of conventional eggs), while in group 2, was added to the basic ration 1.5% of marine algae substrate and 1.8% fish oil (production of enriched  $\omega$ -3 eggs). In experiment 1, was evaluated the effect of the storage temperature on conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs quality, using the follow parameters: Haugh unit, albumen pH, yolk index, yolk pH, shell thickness, shell weight and shell percentage. Both types of eggs studied had similar internal and external quality aspects. Eggs stored for twenty-one days to 25°C had the lowest average of Haugh unit and yolk index and the highest albumen and yolk pH. No significant differences were found for shell thickness, weight and percentage between the two types of eggs stored for twenty-one days, regardless of storage temperature. In experiment 2, was evaluated the influence of the season on the quality of enriched  $\omega$ -3 eggs stored under refrigeration, evaluate by: Haugh unit, yolk index and shell thickness. The eggs collected in the summer showed eggs weight and internal and external quality aspects lower than those collected in winter. The storage affect negatively the eggs weight, Haugh unit and yolk index, however, shell thickness was not affected by this factor. Based on the results obtained in experimental conditions used it was concluded that the conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs have good internal quality, however, to preserve it, is necessary to store the eggs in refrigerated environment. The external quality of conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs is not influenced by storage at different temperatures. The high temperature recorded during the summer negatively affects the internal and external quality aspects of enriched  $\omega$ -3 eggs.

**Key words:** Fatty acid. Seasons. Storage temperature.

## 1 INTRODUÇÃO

O ovo é o produto da mais eficiente máquina biológica de transformação, que é a galinha de postura. Esta ave consegue transformar recursos alimentares de menor valor biológico em um produto da mais alta qualidade nutricional para o consumo humano.

Qualidade de um produto subentende-se como o conjunto de fatores responsáveis pela aceitação do produto pelo consumidor, dentro dos padrões estabelecidos. De acordo com o Resolução CIPOA nº 005, de 19 de novembro de 1991, ovos para consumo são classificados nas categorias A, B, C, D, E com relação à qualidade (BRASIL, 1991). Para se determinar os atributos de qualidade final de um ovo comercial devem-se considerar os fatores quantitativos e qualitativos. O primeiro se refere ao peso dos ovos, e o segundo diz respeito à qualidade externa e interna do ovo, medidas pelas condições da casca, câmara de ar, albúmen e gema. As características de qualidade interna são melhor observadas quando o conteúdo dos ovos é removido da casca, tais atributos incluem medidas de condições do albúmen e gema, já que ovos com albúmen denso abundante e gema mais centralizada apresentam-se como frescos, causando boa impressão ao consumidor. Os atributos de qualidade externa são mais facilmente identificáveis e inclui formato, limpeza e integridade da casca.

Nos últimos anos, a indústria de alimentos vem desenvolvendo produtos que, além de suas características naturais, apresentam um fator adicional na sua composição capaz de trazer benefícios à saúde humana, são os chamados alimentos funcionais ou nutracêuticos. Um exemplo de nutracêutico encontrado no mercado é o ovo enriquecido com ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGP  $\omega$ -3), também conhecido como ovo *PUFA*, sigla em inglês para *Polyunsaturated Fatty Acids*. A modificação do teor de ácidos graxos da gema é possível pelo fornecimento de fontes ricas desses lipídios, como substratos de peixe e de sementes oleaginosas, na ração das poedeiras.

Estudos demonstram que a incorporação desses ácidos graxos na ração das poedeiras interfere na qualidade interna e externa dos ovos. A literatura pesquisada relata que uma dieta rica em gordura pode prejudicar a qualidade externa dos ovos, uma vez que os ácidos graxos interferem na absorção de cálcio, ao formar sais com este nutriente no intestino delgado das aves.

Com relação à qualidade interna, há relatos na literatura que revelam que a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados na ração de poedeiras induz à diminuição do tamanho e peso da gema, em virtude destes lipídios provocarem a redução da concentração do estradiol plasmático necessário para a formação da gema. Alguns autores associam uma dieta rica em óleos à redução da qualidade do albúmen, pois tal fato acarreta em maior deposição de gordura no oviduto, prejudicando assim, a secreção e deposição de proteínas nesta estrutura.

Pesquisas relatam que a composição lipídica de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 pode variar nas diferentes estações do ano, entretanto, estudos devem ser realizados a fim de se avaliar a influência da época do ano sobre qualidade interna e externa destes ovos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos de qualidade interna e externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 em função do armazenamento em diferentes temperaturas e da época do ano.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Definição e Classificação de Ovos

Entende-se pela simples designação ovos, os ovos de galinha em casca, sendo os demais acompanhados da indicação da espécie que procedem (BRASIL, 1997).

Os ovos são classificados em grupos, tipos e classes, segundo a cor da casca, peso e qualidade, respectivamente. O ovo, segundo a coloração da casca, pode ser classificado em dois grupos. Do grupo I fazem parte os ovos que apresentam casca branca ou esbranquiçada e, do grupo II, os ovos que apresentam casca de cor avermelhada (BRASIL, 1991).

Quanto ao peso, o ovo é classificado em seis tipos: jumbo (mínimo de 66g/unidade), extra (60 a 65g/unidade), grande (55 a 60g/unidade), médio (50 a 55g/unidade) e pequeno (45 a 50g/unidade). Os ovos com menos de 45g poderão ser destinados à industrialização (BRASIL, 1991).

Os aspectos de qualidade são avaliados pelo Padrão de Identidade e Qualidade do Ovo em Natureza (BRASIL, 1991), fundamentalmente, sobre a casca, câmara de ar, albúmen e gema. De acordo com as condições de cada um desses fatores, os ovos podem ser enquadrados em cinco classes de qualidade definidas a seguir:

#### 2.1.1 Classe A:

2.1.1.1 Casca: limpa, íntegra, sem deformação;

2.1.1.2 Câmara de ar: fixa, com diâmetro máximo de 4 mm;

2.1.1.3 Albúmen: límpido, transparente, consistente, chalazas íntegras;

2.1.1.4 Gema: translúcida, consistente, centralizada e sem desenvolvimento de germe.

#### 2.1.2 Classe B:

2.1.2.1 Casca: limpa, íntegra, ligeira deformação, discretamente manchada;

2.1.2.2 Câmara de ar: fixa, com diâmetro máximo de 6 mm;

2.1.2.3 Albúmen: límpido, transparente, relativamente consistente, chalazas íntegras;

2.1.2.4 Gema: ligeiramente descentralizada e deformada, com contorno definido, sem desenvolvimento de germe.

#### 2.1.3 Classe C:

2.1.3.1 Casca: limpa, íntegra, defeito de textura e contorno, manchada;

2.1.3.2 Câmara de ar: fixa, com diâmetro máximo de 10 mm;

2.1.3.3 Albúmen: ligeiramente turvo, relativamente consistente, chalazas íntegras;

2.1.3.4 Gema: descentralizada e deformada, com contorno definido, sem desenvolvimento de germe.

#### 2.1.4 Classe D: sujo

Ovo com casca não quebrada, com sujeira ou material externo aderente, manchas moderadas, cobrindo mais de 1/32 da superfície da casca, se localizadas, ou 1/16 da superfície da casca, se espalhadas.

### 2.1.5 Classe E: trincado

Ovo com casca quebrada ou rachada, mas cujas membranas da casca estejam intactas e cujo conteúdo não extravase.

Cabe ressaltar, que os ovos trincados são considerados de melhor qualidade do que os ovos sujos (OLIVEIRA et al., 2001). Desta forma, é de suma importância que tanto os estabelecimentos distribuidores de ovos como os consumidores, devem estar atentos à presença de cascas sujas por excrementos, pois além de prejudicarem a imagem do produto, aumentam a probabilidade de contaminação bacteriana (LEANDRO et al., 2005).

O ovo que não se aproximar das características mínimas exigidas para as diversas classes e tipos estabelecidos pela legislação brasileira será considerado impróprio para o consumo *in natura*, sendo apenas permitida sua utilização para a indústria (BRASIL, 1991).

## 2.2 Parâmetros de Avaliação da Qualidade de Ovos

### 2.2.1 Unidades Haugh

A unidade Haugh é o parâmetro mais utilizado para expressar a qualidade interna de ovos comerciais (STADELMAN e COTTERILL, 1995). Seu cálculo é realizado através do logaritmo da altura do albúmen denso, imediatamente circundante à gema, corrigido pelo peso do ovo (HAUGH, 1937; OVERFIELD, 1995; SILVERSIDES e BUDGELL, 2004). De modo geral, quanto maiores os valores de unidade Haugh, melhor a qualidade interna dos ovos (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

A unidade Haugh é calculada através da fórmula descrita por Card e Nesheim (1966):

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

UH = Unidades Haugh; H = altura do albúmen denso (mm); W = peso do ovo (g).

Alguns pesquisadores criticam a correção do peso do ovo realizada pela fórmula da unidade Haugh. Segundo Silversides et al. (1993) o alto coeficiente de determinação entre altura do albúmen denso e unidade Haugh e o baixo coeficiente de determinação entre este parâmetro e peso do ovo, sugere que a medida da qualidade interna seja feita simplesmente pela altura do albúmen denso.

A legislação brasileira não utiliza a unidade Haugh como parâmetro de avaliação da qualidade interna de ovos. No entanto, países como EUA e México classificam ovos comerciais em cinco classes de qualidade: excelente (AA e México Extra), ovos com mais de 72 UH; boa (A e México 1) entre 60 e 72 UH; mediana (B e México 2) entre 55 e 30 UH. Nos EUA, ovos com menos de 30 UH são classificados como de baixa qualidade (C), já no México estes são considerados impróprios para o consumo *in natura* (USDA, 2000; IMNC, 2004).

### 2.2.2 Índice de gema

O índice de gema constitui-se de uma determinação da firmeza desta estrutura, e é calculada através da fórmula descrita por Sharp e Powell (1930):

$$\text{Índice de gema (IG)} = \frac{\text{altura da gema (mm)}}{\text{diâmetro da gema (mm)}}$$

A faixa padrão para o índice de gema estabelecida para ovos frescos oscila entre 0,30 a 0,50; no entanto, diversos autores relatam que normalmente estes valores não ultrapassam os limites de 0,39 a 0,45 (ROMANOFF e ROMANOFF, 1949; MORAIS et al., 1997; KRAEMER et al., 2003). De acordo com Biagi (1982), ovos com índice da gema inferior a 0,25 possuem alta fragilidade desta estrutura, tornando-se difícil a realização de medições sem rompimentos.

### **2.2.3 pH**

A determinação do pH fornece um parâmetro valioso na averiguação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja através de hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração de íons de hidrogênio (IAL, 1985).

O efeito do armazenamento na qualidade do ovo pode ser determinado pelo aumento no pH do albúmen e da gema. O albúmen fresco possui pH de aproximadamente 7,8; contudo, na medida em que o ovo envelhece este valor pode chegar a 9,5; que em geral, possui efeito inibidor no crescimento de bactérias (PARDI, 1977; ALLEONI e ANTUNES, 2001).

O pH da gema fresca é de aproximadamente 6,0, podendo atingir 6,9 durante o armazenamento, entretanto, o aumento do pH da gema ocorre lentamente, não sendo percebidas grandes alterações até a primeira semana de estocagem (SOLOMON, 1991; ENSMINGER, 1992; STADELMAN e COTTERILL, 1995; ORDÓNEZ, 2005).

### **2.2.4 Espessura de casca**

Além da qualidade interna, é de suma importância a determinação da qualidade externa dos ovos comerciais. A qualidade da casca pode ser influenciada pela raça, idade, ambiente, manejo e nutrição da ave e por fatores relacionados ao próprio ovo, como estocagem inadequada (ROMANOFF e ROMANOFF, 1949; SILVERSIDES e SCOTT, 2001; LEANDRO et al., 2006).

Os ovos são expostos a avarias durante a postura, coleta e transporte, que podem acarretar perdas financeiras para produtores e distribuidores (HAMILTON, 1982; LIM et al., 2003). Um dos métodos mais eficazes para avaliar a resistência da casca é a medida da sua espessura. Estima-se que ovos com menos de 0,33 mm de espessura de casca possuam mais de 50% de chances de sofrer danos físicos durante a distribuição (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

## **2.3 Fatores Envolvidos na Perda de Qualidade dos Ovos**

### **2.3.1 Genética das aves**

Existem diferenças entre raças, linhagens e indivíduos que determinam particularidades nos atributos de qualidade do albúmen e da gema, assim como na cor, tamanho, forma e textura da casca dos ovos.

Silversides e Scott (2001) ao compararem o efeito do armazenamento sobre a qualidade de ovos produzidos por poedeiras de diferentes linhagens, observaram que os ovos de poedeiras da linhagem ISA White, produtora de ovos brancos, apresentaram maior altura de albúmen denso e menor percentual de casca quando comparados aos ovos produzidos pelas poedeiras da linhagem ISA Brown, produtoras de ovos marrons.

### **2.3.2 Idade das aves**

A idade da ave é um dos fatores que mais influenciam no tamanho e no peso dos ovos. À medida que a galinha envelhece, ocorre incremento do tamanho do ovo, no entanto, a deposição de carbonato de cálcio no útero para a formação da casca é constante durante todo o período de postura. Isto faz com que os ovos das poedeiras mais velhas tenham cascas mais finas e possuam pior qualidade interna quando comparado aos ovos produzidos por aves jovens (ALMEIDA et al., 2006; RUTZ et al. 2007).

Ao avaliarem a qualidade interna e da casca de ovos de poedeiras comerciais de diferentes idades, Carvalho et al. (2007) observaram que os ovos das aves mais jovens (29 semanas) apresentaram médias significativamente menores de peso do ovo e percentual de gema, e valores significativamente maiores de altura do albúmen, unidade Haugh e gravidade específica quando comparados aos ovos produzidos pelas poedeiras de 60 e 69 semanas de idade.

### **2.3.3 Nutrição das aves**

A nutrição das aves além de influenciar na qualidade física dos ovos (tamanho, porcentagem de seus componentes, resistência da casca) pode também alterar a composição química (qualidade nutricional) dos mesmos (MORENG e AVENS, 1990).

Um dos fatores influenciados pela dieta é a qualidade externa dos ovos que está intimamente relacionada ao balanço nutricional dos minerais envolvidos na formação da casca. O principal mineral a ser considerado na alimentação das poedeiras é o cálcio (Ca), seguido do fósforo (P) e do balanço eletrolítico da dieta desses animais (SINDIRAÇÕES, 1999). Dentre as vitaminas, o colecalciferol (D<sub>3</sub>), é a principal responsável pela manutenção e integridade da casca (MORENG e AVENS, 1990).

Lim et al. (2003) ao testarem o efeito da suplementação de cálcio e fósforo na dieta de poedeiras da linhagem Isa Brown, observaram médias significativamente maiores de gravidade específica e espessura da casca para os ovos das aves alimentadas com rações contendo 0,15% de fósforo e 4,0% de cálcio. Segundo estes autores, a suplementação de cálcio e fósforo na dieta de poedeiras diminui a quantidade de ovos quebrados e com deformações na casca ao final do período produtivo.

### **2.3.4 Temperatura**

Altas temperaturas no ambiente de criação das aves agem como umas das principais causas de queda da produção e qualidade dos ovos durante o verão. A zona de conforto térmico para poedeiras em fase de postura oscila entre 15 e 25°C (TINÓCO, 1998). No entanto, médias de temperaturas superiores a estes limites são comumente registradas durante os meses mais quentes do ano nos países de clima tropical. O estresse térmico em aves de postura provoca uma série de alterações fisiológicas que culminam em queda da qualidade dos ovos. Estas alterações estão relacionadas ao declínio da ingestão de alimentos, aumento do consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco e à modificação da conversão alimentar (BARBOSA FILHO, 2004).

O processo de formação da casca dos ovos é influenciado pela temperatura no ambiente de criação das aves. Temperaturas acima de 32°C provocam aumento do pH sanguíneo e da taxa respiratória das poedeiras, reduzindo com isso, os níveis plasmáticos de cálcio e dióxido de carbono, respectivamente (MONGIN, 1968; ODOM, 1989; ÖZBEY et al., 2004). O CO<sub>2</sub> participa juntamente com o cálcio na formação da casca, sendo assim, qualquer

eventualidade que prejudique na absorção destas substâncias culmina na queda da qualidade externa dos ovos.

Usayran et al. (2001) ao estudarem a qualidade externa de ovos produzidos por poedeiras submetidas à alta temperatura ambiente, observaram que a espessura da casca dos ovos das poedeiras mantidas a 33°C foi significativamente menor do que dos ovos das aves criadas em temperaturas amenas (entre 13 e 29,3°C).

Assim como a qualidade externa, a qualidade interna dos ovos também é prejudicada pelas altas temperaturas no ambiente de criação das aves. Kirunda et al. (2001) ao avaliarem a qualidade dos ovos de poedeiras expostas à temperatura ambiente elevadas, observaram que ovos produzidos pelas aves mantidas a 34°C apresentaram médias significativamente menores de peso dos ovos, unidade Haugh e resistência da membrana vitelina quando comparados aos ovos produzidos pelas aves mantidas a 21°C.

Ao analisar a qualidade dos ovos de poedeiras submetidas a duas condições ambientais (26° e 35°C), Barbosa Filho (2004) observou declínio significativo da gravidade específica, de unidades Haugh e dos percentuais dos constituintes (casca, albúmen e gema) dos ovos das aves submetidas a estresse térmico (35°C).

Com relação à temperatura durante o armazenamento de ovos, a literatura comenta que as modificações físico-químicas nos ovos iniciam-se após a postura provocando redução da qualidade e, eventualmente, causam sua deterioração. Quando armazenados em temperatura ambiente elevada os ovos sofrem reações químicas que aceleram seu processo de degradação. Isto ocorre devido à ação do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) presente no ovo, mecanismo conhecido como sistema tampão. A alta temperatura ambiente acelera a atividade da enzima anidrase carbônica que dissocia o  $H_2CO_3$  em  $H_2O$  e  $CO_2$ . Deste modo, o  $CO_2$  sai do interior do ovo através dos poros da casca, dando lugar ao oxigênio, acarretando assim a elevação do pH (STADELMAN e COTTERILL, 1995; KEENER et al., 2006). Esta alcalinização promove uma série de modificações físico-químicas, como: liquefação do albúmen, movimentação de líquidos entre os compartimentos, distensão e flacidez da membrana vitelínica e rompimento da gema (PROTAIS, 1991; ALLEONI e ANTUNES, 2005).

Existem diversas maneiras de preservar a qualidade interna do ovo, sendo a principal delas a refrigeração. Este processo atua na diminuição da saída de água e  $CO_2$  pelos poros da casca contribuindo assim, para a manutenção do sistema tampão (SOLOMON, 1991; LEANDRO et al., 2005).

A temperatura recomendada para o armazenamento de ovos frescos situa-se entre 8 e 15°C, com umidade relativa do ar entre 70 e 90%. Ao armazená-los por até 30 dias recomenda-se temperaturas entre 4 a 12°C. Para períodos mais longos, sugere-se armazená-los a 0°C, com umidade relativa entre 70 e 80% (BRASIL, 1990).

Kraemer et al. (2003) ao avaliarem a qualidade interna de ovos armazenados em diferentes temperaturas, observaram que ovos armazenados a 4°C por dezoito dias apresentaram as maiores médias de unidade Haugh e índice de gema quando comparados aos ovos mantidos a 25°C pelo mesmo período.

Samli et al. (2005) ao avaliarem a qualidade de ovos produzidos por poedeiras da linhagem Bovans White com 50 semanas de idade, relataram que os ovos armazenados a 5°C por dez dias apresentaram médias significativamente maiores de gravidade específica, unidade Haugh, índice de gema e peso da casca quando comparados aos ovos mantidos a 21 e 27°C pelo mesmo tempo de armazenamento.

Keener et al. (2006), ao testarem o efeito da temperatura nos parâmetros de qualidade interna de ovos comerciais, observaram que os ovos armazenados a altas temperaturas (23°C) por mais tempo (sete semanas) apresentaram menores valores de unidade Haugh; índice, pH e altura do albúmen; índice e pH da gema e maior permeabilidade da membrana vitelina.

## 2.4 Modificação do Conteúdo Nutricional dos Ovos

A possibilidade de modificação do conteúdo nutricional de ovos é conhecida desde 1934. Várias técnicas empregam processos científicos para alterar benéficamente a composição da gema do ovo. Algumas conclusões gerais derivadas de mais sete décadas de acúmulo de resultados são: a dieta influi pouco na porcentagem de gordura do ovo; a composição em ácidos graxos da gordura da gema é modificável pela dieta; os ácidos graxos insaturados da dieta trocam as proporções dos ácidos graxos presentes na gema (CRUICKSHANK, 1934; OLIVEIRA et al., 2001; SOUZA-SOARES e SIEWERDT, 2005).

Uma das linhas de pesquisa mais comuns se dedica à modificação do teor lipídico da gema do ovo, aumentando o teor de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGP  $\omega$ -3). Alguns dos benefícios associados à suplementação dietética de AGP  $\omega$ -3 em humanos são: a redução de doenças cardiovasculares, de neoplasias e de colite ulcerativas, e a proteção contra lesões pré-neoplásicas de cólon (LESKANICH e NOBLE, 1997; BRANDÃO et al., 2005).

As matérias-primas ricas em AGP  $\omega$ -3 classificam-se quanto sua origem em dois grupos: marinho que abrange as algas, óleos e farinhas de pescado e terrestres que fazem parte sementes e óleos vegetais (PIBER NETO, 2006).

Kjos et al. (2001) ao estudarem o efeito da inclusão de silagem e gordura de peixe na dieta de poedeiras comerciais, verificaram que altos níveis de gordura de peixe na dieta (2,48%) causaram um modesto aumento no nível de AGP  $\omega$ -3 na gema dos ovos estudados.

Ao investigarem a influência da inclusão de fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados na ração de poedeiras da linhagem Babcock, Pita et al. (2006) verificaram que o arraçoamento com óleo de canola e semente de linhaça provocou efeito positivo (48,21%) sobre a composição de ácidos graxos poliinsaturados na gema dos ovos estudados.

Carvalho (2006) ao avaliar o efeito da inclusão de fontes marinhas na ração de poedeiras da linhagem Hisex White, verificou que a maior incorporação de AGP  $\omega$ -3 ocorreu na gema dos ovos das aves alimentadas com óleo de peixe (218,62 mg/gema) seguidas por aquelas arraçadas com algas marinhas (104,18 mg/gema), quando comparados com os ovos das poedeiras alimentadas com a ração a base de milho e farelo de soja (62,16 mg/gema).



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), durante 21 dias no mês de agosto de 2006 e pelo mesmo período em fevereiro de 2008, totalizando 42 dias de período experimental.

Foram utilizados 560 ovos comerciais produzidos na Granja Shintaku Ltda, localizada em Marília, SP, cujo sistema de criação consiste de galpões com três baterias de gaiola, com dimensões 50 x 45 x 45 cm e capacidade de cinco aves por gaiola, disponibilizando desta forma, 450 cm<sup>2</sup> / ave, em três andares, providas de comedouros e bebedouros automáticos (Figura 1). Os galpões possuem ventiladores e são orientados no sentido leste-oeste.



**Figura 1.** Sistema de criação em baterias de gaiolas da Granja Shintaku Ltda.

Dois grupos de poedeiras da linhagem Isa Brown com 33 semanas de idade foram separadas de modo a receber dietas diferenciadas. No grupo 1, as aves foram alimentadas durante toda vida produtiva com ração basal de milho e farelo de soja, sendo os ovos produzidos denominados como ovos comerciais convencionais. No segundo, à partir de 22<sup>a</sup> semanas de idade das aves, foi acrescentado à ração básica, 1,5% de substrato em pó de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (Tabela 1). Os ovos produzidos pelo grupo 2 receberam a nomenclatura de ovos enriquecidos com ômega 3 ( $\omega$ -3).

Pesquisas mostram que rações contendo níveis acima de 2,0% de óleo de peixe promovem o aumento dos teores de AGP  $\omega$ -3 da gema, contudo, há estudos que relatam que há que nesta concentração, o óleo de peixe provoca alterações indesejáveis no odor e sabor dos ovos (VAN ELSWYK *et al.*, 1992; GONZALEZ-ESQUERRA e LEESON, 2000). Algas marinhas são fontes primárias de AGP  $\omega$ -3, todavia, seu custo é alto, podendo aumentar em duas vezes o custo de produção (VASCONCELLOS, 2004). Sendo assim, para que a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 seja economicamente viável sem alterar as características organolépticas, muitos avicultores optam por utilizar uma mistura de óleo de peixe e algas marinhas.

Os ovos foram transportados, em caminhão sem refrigeração, ao CEASA, localizado no Rio de Janeiro, RJ, e em seguida, em carro de passeio nas mesmas condições, direcionado ao Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, localizado em Seropédica, RJ. O tempo decorrido entre a coleta de ovos na granja até o laboratório para análise dos ovos foi de quatro dias.

**Tabela 1.** Composição centesimal das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Dieta 1*	Dieta 2**
Milho	60,44	59,17
Farelo de soja (46%)	25,80	25,98
Fosfato bicálcico (18% P, 21% Ca)	1,93	1,94
Calcário	8,87	8,86
Sal	0,32	0,32
Óleo de peixe	-	1,80
Óleo de soja	0,71	-
Substrato de algas	-	1,50
Areia	1,50	-
Cloreto de colina (60%)	0,05	0,05
DL-metionina	0,13	0,13
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	0,25	0,25
Total	100	100
Composição calculada da dieta <sup>2</sup>		
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800
Proteína bruta (%)	17,18	17,07
Cálcio (%)	3,90	3,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45
Sódio (%)	0,17	0,17
Metionina (%)	0,40	0,40
Metionina + cistina (%)	0,69	0,69
Lisina (%)	0,89	0,89

\* Dieta para produção de ovos convencionais.

\*\* Dieta para produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

<sup>1</sup> Suplemento por Kg de dieta: vitamina A (6250 UI); vitamina D (2500 IU); vitamina E (12 UI); vitamina K (0,04 mg); tiamina (0,25 mg); riboflavina (3,40 mg); vitamina B<sub>6</sub> (0,25 mg); vitamina B<sub>12</sub> (20 l g); ácido pantotênico (3,80 mg); niacina (9,90 mg); biotina (0,10 mg); ácido fólico (0,25 mg); cobre (6,00 mg); ferro (52,50 mg); iodo (0,33 mg); selênio (0,21 mg); magnésio (48,0 mg); zinco (60,23 mg); etoxiquina (0,31 mg)

<sup>2</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

### 3.1 Experimento 1

No Experimento 1 foram utilizados 320 ovos (160 convencionais e 160 enriquecidos com  $\omega$ -3) de casca marrom, acondicionados em embalagens de polietileno, com mesma data de envasamento. Este ensaio foi realizado durante 21 dias no mês de agosto de 2006.

As análises laboratoriais para a medida da qualidade dos ovos foram realizadas no Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, onde os 320 ovos foram identificados de forma que metade fosse armazenada em temperatura ambiente (25°C) e a outra metade em geladeira (5°C) por 0, 7, 14 e 21 dias, simulando assim, a chegada dos ovos com quatro dias de idade a casa do consumidor. A temperatura e a umidade relativa do ar foram verificadas duas vezes ao dia, às 9 e 15h, utilizando o termohigrômetro digital fixo modelo TEC-HT-210 da TecnoVip (Valinhos, SP).

Os ovos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4x2 (2 tipos de ovos x 4 períodos de armazenamento x duas temperaturas) onde cada ovo cada ovo foi considerado uma repetição.

As variáveis analisadas no experimento 1 foram a unidade Haugh, índice de gema, pH do albúmen, pH da gema, peso da casca, porcentual da casca em relação ao peso total do ovo e espessura da casca. Antes da avaliação dos parâmetros de qualidade, uniformizou-se as

amostras através da pesagem dos ovos em uma balança digital com precisão de 0,01g modelo BG-8000 - Gehaka. Para avaliação da qualidade interna, os ovos foram quebrados em uma superfície plana de vidro e com um micrômetro tripé Ames modelo S-6428 mediu-se a altura do albúmen denso (Figura 2). A unidade Haugh foi calculada através da fórmula proposta por Card e Nesheim (1966),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).



**Figura 2.** Determinação da altura do albúmen denso com micrômetro tripé Ames modelo S-6428.

A altura da gema foi medida após tê-la separado do albúmen com o mesmo instrumento utilizado para medida da altura do albúmen denso (Figura 3a), e seu diâmetro medido com um paquímetro analógico Mytutoyo (Figura 3b). O índice de gema foi calculado através da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura (Sharp e Powell, 1930).



**Figura 3.** Determinação da altura da gema com micrômetro tripé Ames modelo S-6428 (a) e do diâmetro da gema com paquímetro analógico Mytutoyo (b).

Para avaliação do pH, os albumens e as gemas foram armazenados individualmente em embalagens plásticas com tampa e direcionados ao Laboratório de Análise de Alimentos e Bebidas da UFRRJ, onde foi utilizado o peogômetro Mettler Toledo modelo 320 (Figura 4).



**Figura 4.** Determinação do pH do albúmen (a) e da gema (b) com peogômetro Mettler Toledo modelo 320.

Para avaliação da qualidade externa, as ascas foram lavadas em água corrente de forma que as membranas internas e externas fossem preservadas. Depois de secas em estufa ventilada a 55°C por cinco horas, as cascas foram pesadas na mesma balança utilizada para medida do peso do ovo íntegro, obtendo-se o percentual da casca em relação ao peso total do ovo. Posteriormente, com o auxílio de um micrômetro analógico de pressão Mytutoyo foi medida a espessura de fragmentos das zonas apical, equatorial e basal da casca e com a média destes três pontos foi obtido os dados de espessura da casca (Figura 5).



**Figura 5.** Determinação da espessura da casca com micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.

### 3.2 Experimento 2

No Experimento 2 foram utilizados 240 ovos comerciais enriquecidos com  $\omega$ -3, de casca marrom, classificados como extra, acondicionados em embalagem de polietileno, produzidos por poedeiras da linhagem Isa Brown com 33 semanas de idade na Granja Shintaku Ltda, localizada em Marília, SP, sendo metade destes analisados em agosto de 2006 (inverno) e o restante em fevereiro de 2008 (verão). O tempo total de experimentação foi de 42 dias.

Quatro dias após a postura, os ovos foram coletados no CEASA (Rio de Janeiro, RJ) e transportados para o Laboratório de Análises de Ovos da UFRRJ (Seropédica, RJ), onde foram realizadas as análises. Os mesmos procedimentos para avaliação da qualidade interna e externa dos ovos foram realizados nas duas estações do ano estudadas. Os ovos foram identificados, pesados e armazenados em geladeira a 5° C durante 0, 7, 14 e 21 dias. As variáveis analisadas foram: peso do ovo, unidade Haugh, índice de gema e espessura da casca. Foram utilizados os mesmos métodos de mensuração do Experimento 1.

### **3.3 Análises Estatísticas**

Nos dois experimentos foram utilizados delineamentos inteiramente casualizados, em esquema fatorial. Os resultados obtidos nos experimentos 1 e 2 foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software Sisvar 4.3 (FERREIRA, 2003).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

No experimento 1, a temperatura e a umidade relativa do ar foram verificadas diariamente, as médias durante o período experimental foram: 25,1°C e 61%, respectivamente, quando armazenados a temperatura ambiente e de 5°C e 43%, respectivamente, quando mantidos sob refrigeração.

#### 4.1.1 Peso dos ovos

Constata-se na Tabela 2 que o peso médio dos ovos convencionais foi significativamente superior ( $P < 0,05$ ) à aqueles enriquecidos com  $\omega$ -3, contudo ambos são classificados como extra, peso entre 60 e 65g por unidade, como determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 1991).

Os resultados observados divergem do verificado por Meluzzi (2003), que objetivando a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir da adição de fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados na dieta de poedeiras da linhagem Hyline Brown com 34 semanas de idade, não verificou diferença significativa para peso dos ovos das aves alimentadas com algas marinhas, óleo de peixe (ovos enriquecidos) e ração testemunha de milho e farelo de soja (ovos convencionais). Em estudo análogo, Carvalho (2006) verificou que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram peso superior aos dos convencionais.

As maiores médias de peso do ovo ( $P < 0,05$ ) foram observadas para os ovos recém chegados (tempo um) nas duas temperaturas de armazenamento (Tabela 2). Estudos mostram que a redução do peso do ovo de acordo com a extensão do período de armazenamento está associada com a perda de umidade pelos poros da casca. Este processo tem início no momento da postura e não cessa até que o ovo esteja completamente desidratado (STADELMAN e COTTERIL, 1995).

Os resultados observados no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Santos (2005) que ao investigarem o efeito da temperatura de armazenamento sobre as características de qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados, verificou um efeito negativo do período de estocagem sobre o peso médio dos ovos armazenados a 27,84 e 4,65°C, independentemente dos tipos de ovos estudados (ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3).

**Tabela 2.** Peso médio e qualidade externa de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

	Peso do Ovo (g)	Peso da Casca (g)	Percentual da Casca (%)	Espessura da Casca (mm)
<b>Tipo de Ovo (TO)</b>				
Convencional	65,00 <sup>a</sup>	6,78 <sup>a</sup>	10,01 <sup>a</sup>	0,399 <sup>a</sup>
Enriquecido com $\omega$ -3	63,95 <sup>b</sup>	6,69 <sup>a</sup>	10,03 <sup>a</sup>	0,401 <sup>a</sup>
<b>Período de Armazenamento em dias (A)</b>				
0	64,93 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>	10,02 <sup>a</sup>	0,401 <sup>a</sup>
7	64,12 <sup>ab</sup>	6,65 <sup>a</sup>	10,01 <sup>a</sup>	0,399 <sup>a</sup>
14	63,65 <sup>b</sup>	6,45 <sup>a</sup>	10,14 <sup>a</sup>	0,398 <sup>a</sup>
21	64,60 <sup>ab</sup>	6,70 <sup>a</sup>	10,00 <sup>a</sup>	0,400 <sup>a</sup>
<b>Temperatura em graus Celsius (T)</b>				
5°C	64,51	6,83 <sup>a</sup>	10,16 <sup>a</sup>	0,400 <sup>a</sup>
25°C	64,34	6,64 <sup>a</sup>	10,13 <sup>a</sup>	0,398 <sup>a</sup>
<b>Fonte de variação</b>		<b>Valores de F</b>		
Tipo de Ovo (TO)	0,033	0,011	0,254	0,340
Armazenamento (A)	0,025	0,052	0,051	0,052
Temperatura (T)	0,700	0,316	0,784	0,826
TO x T x A	0,674	0,473	0,994	0,172
TO x A	0,797	0,069	0,557	0,170
TO x T	0,201	0,822	0,329	0,166
T x A	0,006	0,114	0,059	0,199

Médias de tratamentos com letras diferentes diferem, nas linhas, significativamente entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

#### 4.1.2 Qualidade Externa

Durante os 21 dias de armazenamento, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre as médias de espessura, percentual e peso da casca dos dois tipos de ovos, independentemente das temperaturas estudadas (Tabela 2). Estes resultados são semelhantes ao reportado por Marshall et al. (1994) que ao modificarem o teor de ácidos graxos de ovos através da inclusão de óleo de savelha na dieta de poedeiras comerciais verificaram que no decorrer de quatro semanas de armazenamento, os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 (1,5% de óleo de savelha) apresentaram características de qualidade externa semelhantes. No entanto, outras pesquisas relatam que a adição de ácidos graxos em excesso na ração de poedeiras pode provocar declínio na qualidade externa dos ovos devido à formação de sabões insolúveis entre o cálcio e estes lipídios no intestino delgado das aves, dificultando assim, a otimização desses nutrientes por estes animais (MURAMATSU et al., 2005).

Os resultados observados para percentual e espessura de casca indicam alta qualidade externa dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, pois segundo a literatura pesquisada, ovos os com percentuais de casca acima de 10% e espessuras superiores a 0,330 mm possuem grande resistência a danos físicos, além de contribuírem para preservação da qualidade interna, uma vez que ovos com cascas espessas tem dificuldade de perder  $H_2O$  e  $CO_2$  para o ambiente, contribuindo desta forma, para a manutenção do pH interno dos ovos (SOLOMON, 1991; STALDEMAN e COTTERIL, 1995).

Devido à diminuição do peso do ovo durante o armazenamento, esperava-se um aumento no percentual da casca uma vez que o peso desta permaneceu constante. Alguns estudos relatam que o aumento da percentual de casca durante o armazenamento depende da

perda de peso ocorrida no ovo. Silversides e Scott (2001) ao estudarem a influência do período de estocagem sobre a qualidade de ovos comerciais, verificaram aumento na percentagem de casca de ovos armazenados à temperatura ambiente durante 10 dias, à partir do 3º dia de armazenamento. Entretanto, em estudo análogo, Scott e Silversides (2000) e Oliveira (2006) não observaram efeito da estocagem sobre as características de qualidade externa dos ovos comerciais convencionais.

#### 4.1.3 Qualidade interna

Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os dois tipos de ovos (convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3) em nenhum dos parâmetros de qualidade interna estudados (Tabela 3).

Os resultados observados no presente estudo concordam com os reportados por Mazalli et al. (2004), que objetivando a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 através da inclusão de diferentes fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados na dieta de poedeiras, não verificaram diferença significativa entre as médias de unidade Haugh e de índice de gema dos ovos do tratamento controle (convencionais) e os demais (ovos enriquecidos com  $\omega$ -3). Torres (2004), ao comparar os aspectos de qualidade interna de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, não verificou diferença significativa entre os valores médios de unidade Haugh, pH do albúmen e pH da gema dos tratamentos estudados.

**Tabela 3.** Qualidade interna de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

	Unidade Haugh	Índice de gema	pH do albúmen	pH da gema
<b>Tipo de Ovo (TO)</b>				
Convencional	46,45 <sup>a</sup>	0,35 <sup>a</sup>	8,87 <sup>a</sup>	5,74 <sup>a</sup>
Enriquecido com $\omega$ -3	48,92 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>	8,84 <sup>a</sup>	5,75 <sup>a</sup>
<b>Armazenamento em dias (A)</b>				
0	60,27 <sup>a</sup>	0,36 <sup>a</sup>	8,58 <sup>a</sup>	5,16 <sup>a</sup>
7	51,97 <sup>b</sup>	0,35 <sup>a</sup>	8,73 <sup>b</sup>	5,30 <sup>a</sup>
14	45,29 <sup>c</sup>	0,35 <sup>a</sup>	8,78 <sup>b</sup>	6,00 <sup>b</sup>
21	33,23 <sup>d</sup>	0,33 <sup>b</sup>	9,34 <sup>c</sup>	6,52 <sup>b</sup>
<b>Temperatura em graus Celsius (T)</b>				
5°C	57,94 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	8,79 <sup>b</sup>	5,78 <sup>b</sup>
25°C	33,43 <sup>b</sup>	0,29 <sup>b</sup>	8,92 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>
<b>Fonte de variação</b>		<b>Valores de F</b>		
Tipo de Ovo (TO)	0,623	0,789	0,333	0,872
Armazenamento (A)	0,039	0,025	0,009	0,043
Temperatura (T)	0,021	0,008	0,020	0,035
TO x A x T	0,502	0,354	0,489	0,323
TO x A	0,089	0,187	0,155	0,300
TO x T	0,205	0,073	0,489	0,894
A x T	0,016	0,006	0,024	0,049

Médias de tratamentos com letras diferentes, entre linhas, diferem significativamente entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

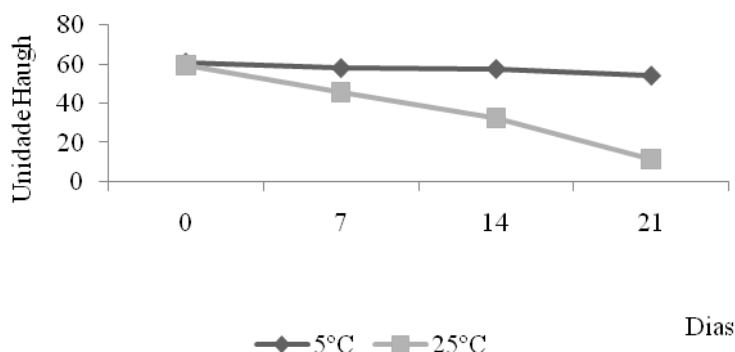
Na presente pesquisa, como não foi verificada interação entre os fatores tipo de ovo, período de armazenamento e temperatura (Tabela 3), optou-se pelo estudo dos efeitos da



temperatura e do período de armazenamento sobre os parâmetros de qualidade interna de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 em conjunto, não diferenciando o tipo de ovo.

Constata-se pela Tabela 3 que nos dois tipos de ovos estudados, as maiores médias de unidade Haugh (UH) foram observadas para os ovos recém chegados (tempo um). Na temperatura de 25°C, foi verificado um decréscimo de 80,19% dos valores de UH após vinte e um dias de estocagem. No armazenamento a 5°C, este declínio foi menos acentuado, apenas 10,76%, não diferenciando significativamente ( $P>0,05$ ) dos demais tratamentos relacionados ao período de armazenamento (Figura 6). Estes resultados demonstram que o armazenamento em baixas temperaturas auxilia na preservação da qualidade interna de ovos comerciais (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

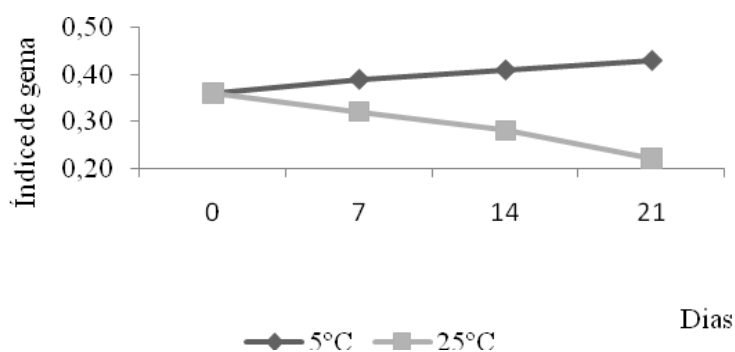
Resultados semelhantes ao observado no presente estudo foram reportados por Farrel (1998), que ao comparar a qualidade interna de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, verificou que independentemente do tipo de ovo analisado, os ovos armazenados a 5°C por trinta dias obtiveram médias superiores de unidade Haugh quando comparados a aqueles estocados a 25°C pelo mesmo período.



**Figura 6.** Unidade Haugh de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com  $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

Analisando em conjunto ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, verificou-se que todas as médias de índice de gema dos ovos armazenados a 5°C mostraram-se dentro do limite padrão de 0,30 a 0,50 estimado para ovos de galinha frescos (ROMANOFF e ROMANOFF, 1949). No entanto, para aqueles armazenados a 25°C, a partir do 14º dia, foram observados valores inferiores a estes limites (Figura 7). Estudos mostram que o armazenamento de ovos em temperaturas elevadas provoca ao aumento da permeabilidade da membrana vitelínica, facilitando a saída de água do albúmen para a gema, fazendo com que este constituinte perca sua forma original esférica e se torne elíptico, reduzindo com isso, o índice de gema e aumentando a possibilidade de rompimento desta estrutura durante a manipulação do ovo (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

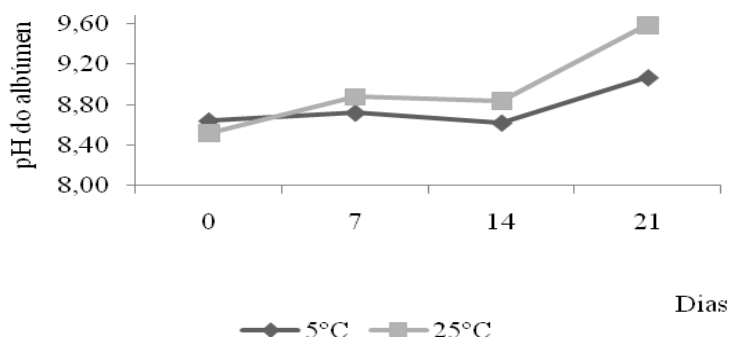
Resultados semelhantes ao observado no presente estudo foram reportados por Mazalli et al. (2004), que ao investigarem a influência da temperatura de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos de codornas alimentadas com diferentes níveis de silagem de pescado, verificaram que os ovos do tratamento controle (convencionais) apresentaram comportamento semelhante aos dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3, onde foi verificado declínio significativo das médias de índice de gema dos ovos estocados a 26°C por trinta dias, enquanto que, os mantidos a 7,6°C por igual período apresentaram diferença significativa entre os ovos frescos e os armazenados.



**Figura 7.** Índice de gema de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com  $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

O armazenamento em diferentes temperaturas afetou de modo semelhante ( $P > 0,05$ ) o pH do albúmen dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 3). Foi observado aumento significativo ( $P < 0,01$ ) deste parâmetro durante o armazenamento, sendo as maiores médias observadas para os ovos mantidos a 25°C quando comparados a aqueles armazenados a 5°C (Figura 8). Estudos mostram que o processo de decomposição do ovo está associado ao aumento do pH do albúmen durante a estocagem em temperaturas elevadas. Esta alcalinização ocorre em virtude de um desequilíbrio do sistema tampão de ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) provocado pela saída contínua de  $H_2O$  e  $CO_2$  pelos poros da casca. A refrigeração contribui para a manutenção do sistema tampão através da redução da atividade da enzima responsável pelo seu funcionamento, a enzima anidrase carbônica, promovendo com isso, estabilidade do pH (STADELMAN e COTTERILL, 1995; KAROUI et al., 2006).

Resultados semelhantes ao observado no presente estudo foram reportados por Pappas et al., (2005) que ao enriquecerem ovos com  $\omega$ -3 através da inclusão de óleo de peixe na dieta de matrizes pesadas, verificaram as maiores médias de pH do albúmen para os ovos armazenados por um maior período de tempo (14 dias), independentemente do tipo de ovo analisado (convencional e enriquecido).

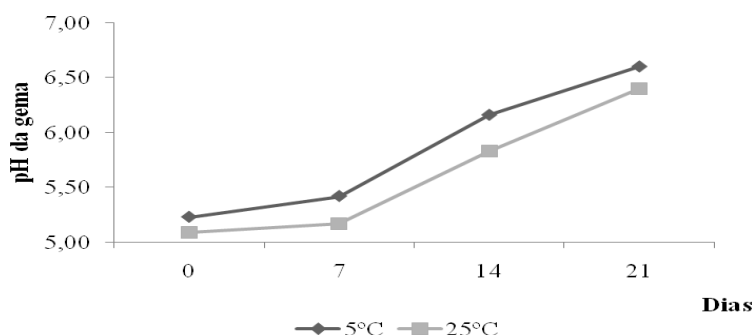


**Figura 8.** pH do albúmen de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com  $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

Não foi verificada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as médias de pH da gema dos dois tipos de ovos estudados. Assim, analisando em conjunto ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, verificou-se que nas duas temperaturas estudadas, não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre o pH da gema dos ovos recém chegados e aqueles armazenados por sete dias. Entretanto, após os 14 dias de estocagem foi verificado aumento significativo ( $P < 0,05$ ) para este parâmetro (Tabela 3). Estes resultados concordam com outros

autores que relatam que o aumento do pH da gema ocorre lentamente, não sendo observadas grandes alterações até a primeira semana, independentemente do ambiente de estocagem (SOLOMON, 1991; ENSMINGER, 1992; STADELMAN e COTTERILL, 1995; ORDÓNEZ, 2005).

O pH padrão estabelecido para a gema fresca é de aproximadamente 6,0, no entanto, até o 7º dia de armazenamento, os resultados encontrados demonstraram médias inferiores a este limite (Figura 9). Kraemer et al. (2003) estudando a influência da temperatura de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos comerciais convencionais, verificaram médias de pH da gema entre 5,44 e 5,68 durante 18 dias de armazenamento a 25 e 4°C, respectivamente. Em estudo análogo, Samli et al. (2005) observaram valores de pH da gema acima de 6,0 para ovos convencionais armazenados por 10 dias em temperaturas de 21 e 29°C.



**Figura 9.** pH da gema de ovos comerciais (convencionais + enriquecidos com  $\omega$ -3) armazenados por 21 dias a 5 e 25°C.

## 4.2 Experimento 2

No experimento 2 verificou-se diariamente a temperatura com um termômetro digital localizado no interior dos galpões da granja Shintaku Ltda, sendo as médias encontradas no inverno de 22,4°C e no verão 28,6°C.

Foi observado efeito da estação do ano e do armazenamento refrigerado na qualidade dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3, contudo, não foi verificada interação entre os dois fatores (Tabela 4). Os resultados encontrados para os parâmetros estudados mantiveram-se dentro dos padrões estabelecidos para ovos comerciais convencionais.

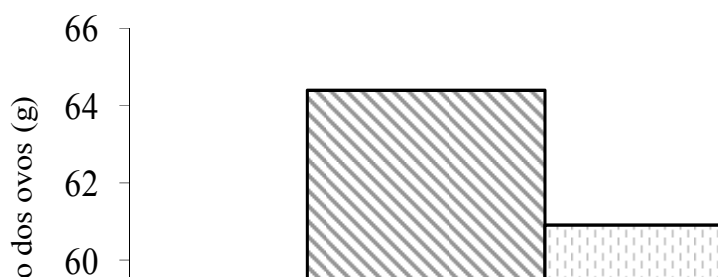
**Tabela 4.** Influência da estação do ano sobre a qualidade interna e externa de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados em ambiente refrigerado.

	Peso dos ovos (g)	Unidade Haugh	Índice de gema	Espessura da casca (mm)
<b>Estação do ano (E)</b>				
Inverno	64,41 <sup>a</sup>	56,35 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,405 <sup>a</sup>
Verão	60,91 <sup>b</sup>	43,00 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,402 <sup>b</sup>
CV (%)	4,77	14,98	13,91	4,41
<b>Armazenamento em dias (A)</b>				
0	64,88 <sup>a</sup>	67,04 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,402 <sup>a</sup>
7	62,80 <sup>ab</sup>	61,27 <sup>a</sup>	0,36 <sup>ab</sup>	0,403 <sup>a</sup>
14	60,75 <sup>ab</sup>	53,09 <sup>b</sup>	0,35 <sup>ab</sup>	0,404 <sup>a</sup>
21	60,22 <sup>b</sup>	49,36 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,402 <sup>a</sup>
CV(%)	4,77	14,98	13,91	4,41
<b>Fontes de variação</b>		<b>Valores de F</b>		
E	0,007	0,036	0,024	0,078
A	0,012	0,027	0,014	0,058
E x A	0,184	0,400	0,466	0,173

Médias de tratamentos com letras diferentes entre colunas diferem significativamente entre si ( $P < 0,05$ ) pelo Teste de Tukey.

#### 4.2.1 Peso dos Ovos

Independentemente da época da coleta, o peso médio dos ovos observados neste experimento, permitiu classificá-los como extra, peso entre 60 e 65g por unidade, como determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 1991). Embora os ovos tenham sido produzidos por poedeiras de mesmas linhagem (Isa Brown) e idade (33 semanas), a média de peso daqueles coletados no verão foi significativamente inferior ( $P < 0,05$ ) aos dos ovos coletados no inverno (Figura 10). Pesquisas relatam que a diminuição do peso do ovo durante o verão está associada ao desbalanço de nutrientes no organismo das poedeiras, provocado pela queda da ingestão de alimentos nesta época do ano (ROMANOFF e ROMANOFF, 1949).



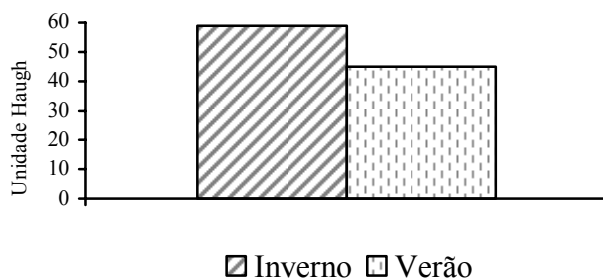
**Figura 10.** Peso dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão (g).

Foi verificado efeito negativo ( $P < 0,05$ ) do armazenamento sobre o peso médio dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Nash et

al. (1996), que ao produzirem ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir do fornecimento de substratos de peixe na ração de poedeiras comerciais, verificaram que os ovos armazenados por vinte e oito dias em ambiente refrigerado obtiveram as menores médias de peso do ovo, tanto para os ovos do tratamento controle (convencionais) e ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

#### 4.2.2 Unidade Haugh

As médias de unidade Haugh (UH) dos ovos coletados no verão foram significativamente inferiores ( $P < 0,05$ ) aos coletados no inverno (Figura 11). Estes resultados são semelhantes ao reportado por Davis e Stephenson (1991), que ao avaliarem a qualidade de ovos convencionais comercializados durante o verão e inverno em um país de clima semelhante ao Brasil, verificaram que os ovos coletados no verão obtiveram as menores médias de UH quando comparados aos coletados no inverno. Estudos mostram que o incremento do consumo de água por poedeiras submetidas a estresse térmico provoca aumento do fluxo de água para o albúmen, tornando-o mais liquefeito, reduzindo com isso, os valores de UH e qualidade interna dos ovos (BARBOSA FILHO, 2004).



**Figura 11.** Unidade Haugh dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão.

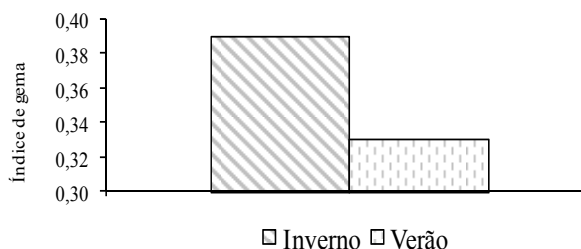
Foi verificado que os ovos estocados por 21 dias a 5°C proporcionaram as menores médias ( $P < 0,05$ ) de unidade Haugh quando comparados aos demais tratamentos relacionados ao período de armazenamento (Tabela 4). Este resultado é semelhante ao reportado por Farrel (1998) que ao investigar o efeito do armazenamento sobre a qualidade interna de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 verificou que os ovos armazenados por 30 dias a 5°C obtiveram médias significativamente menores de UH quando comparados aos ovos frescos (tempo um).

#### 4.2.3 Índice de gema

Embora os valores médios de índice de gema (IG) tenham se mantidos dentro do limite padrão estabelecido para ovos frescos (0,30 a 0,50) nas duas estações do ano estudadas, foi observado que os ovos coletados no verão obtiveram médias significativamente inferiores ( $P < 0,05$ ) a daqueles coletados no inverno (Figura 12). A literatura relata que ovos produzidos por poedeiras submetidas a estresse térmico possuem menor IG quando comparado aos ovos das aves criadas em ambientes termonêutros. Isto ocorre em virtude do desbalanço de nutrientes provocado pela queda da ingestão de alimentos e aumento do consumo de água pelas poedeiras criadas em temperaturas ambientais elevadas, fazendo com a gema se torne mais frágil e mais susceptível a rompimentos (AHMAD et al., 1967; KIRUNDA et al., 2001).

Os resultados observados no presente estudo se assemelham ao reportado por Najib et al. (2004) que ao produzirem ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 em duas estações do ano, verificaram que ovos produzidos no verão (28,8°C) obtiveram médias significativamente

menores de IG quando comparados aos produzidos em uma estação com médias de temperaturas mais amenas (22,7°C).

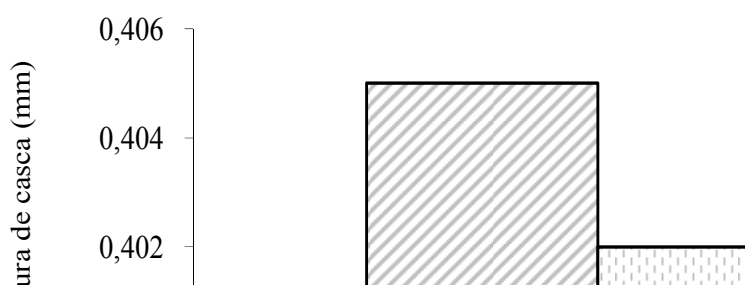


**Figura 12.** Índice de gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão.

Foi verificado efeito negativo do armazenamento sobre as médias de IG dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Seibel e Souza-Soares (2004) que ao produzirem ovos de codorna enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir da inclusão de resíduos de peixe na dieta destas aves, verificaram que os ovos armazenados a 7,6°C por trinta dias obtiveram médias significativamente menores de IG quando comparados aos ovos frescos (tempo um).

#### 4.2.4 Espessura da casca

No que diz respeito à espessura de casca, médias significativamente menores ( $P < 0,05$ ) foram observadas para os ovos coletados no verão (Figura 13). Este fato está associado ao declínio dos níveis de cálcio e de  $CO_2$  no sangue, provocado pelas altas temperaturas no ambiente de criação das aves durante o verão, comprometendo com isso, a formação da casca do ovo (MONGIN, 1968; BARBOSA FILHO, 2004).



**Figura 13.** Espessura da casca dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 coletados no inverno e no verão (mm).

Com relação ao período de armazenamento, não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as médias de espessura da casca dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 armazenados a 5°C (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Carranco et al. (2006) que ao produzirem ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir da incorporação de farinha de cabeça de camarão na ração de poedeiras da raça Legohrn, também não verificaram diferenças significativas entre as médias de espessura da casca dos ovos armazenados a 4°C por 0, 15 e 30 dias. Estudos mostram que ovos com cascas mais porosas (menos espessas) perdem  $H_2O$  e

CO<sub>2</sub> com facilidade durante o armazenamento, fazendo com que a qualidade interna decline rapidamente. Outro fator importante está relacionado à resistência a danos físicos, estima-se que ovos com menos de 0,330 mm de espessura de casca possuam mais de 50% de chances de sofrerem danos físicos durante a distribuição (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

## 5 CONCLUSÃO

Os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram boa qualidade interna, no entanto, para que esta seja preservada é necessário armazenar os ovos em ambiente refrigerado.

A qualidade externa dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 não foi influenciada pelo armazenamento em diferentes temperaturas.

As altas temperaturas registradas durante a época mais quente do ano afetou negativamente os aspectos de qualidade interna e externa dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, M.M.; MORENG, H.; MUELLER, D. Breed responses in body temperature to elevated environmental temperature and ascorbic acid. **Poultry Science**. v.46, 6–15, 1967.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como Medição da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p. 681-685, 2001.

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Teor de textura e umidade espremível de géis de clara de ovos cobertos com concentrado protéico de soro de leite. **Alimentos & Tecnologia**, v. 25, n. 1, p. 153-157, 2005.

ALMEIDA, J.G.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; FARIA FILHO, D.E.; OELKE, C.A. Efeito da idade da matriz no tempo de eclosão, tempo de permanência do neonato no nascedouro e o peso do pintainho. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 1, p. 45-49, 2006.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análises de imagens**. 2004, 123p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.

BIAGI, J.D. **Estudo sobre a variação da qualidade de ovos armazenados a várias temperaturas**, 1982. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Unicamp, 182p., 1982.

BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. de. Ácidos Graxos e Colesterol na Alimentação Humana. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.1, p.5–14, 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas Gerais de Inspeção de Ovos e Derivados. Portaria nº 01 de 21 de fevereiro de 1990. Brasília. Secretaria de inspeção de Produto Animal, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução CIPOA nº 005, de 19 de novembro de 1991. Diário Oficial da república Federativa do Brasil nº 78. Brasília, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, e alterações. DOU. Brasília atualizado em 1997.

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

CARRANCO, J.M.E.; SANGINES, G.L.; MORALES, B.E.; CARRILLO, D.S.; ROMO, F.P.G. Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. **Interciência**, vol.31, no.11, p.822-827, 2006.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; CAFÉ, M.B.; DEUS, H.A.S.B. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras

comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007.

CARVALHO, P.R. de. **Influência da adição de fontes ricas em PUFAs n-3 na dieta de galinhas sobre a composição lipídica do ovo**, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CRUICKSHANK, E.M. Studies in fat metabolism in the flow as affected by the ingestion of fats. **Biochemistry Journal**, v.28, p.965-977, 1934.

DAVIS, B.M.; STEPHENSON, H. Egg quality under tropical conditions in north. Queensland: 1. Surveys of quality on farms and at retail outlets. **Food Australia**. v. 43, n. 11, p. 496-499, 2001.

ENSMINGER, M.E. **Poultry science**. 3 ed. Illinois: Interstate Publishers, 1992. 469 p.

FARREL, D.J. Enrichment of hen eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 68, n. 33, p. 538-544, 1998.

FERREIRA, D.F. Sisvar 4.3. 2003. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Acesso em 10/01/2006.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Studies on the metabolize energy content of ground full-fat flaxseed fed in mash, pellet, and crumble diets assayed with birds of different ages. **Poultry Science**. v.79, p.1597-1602, 2000.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p. 2022-2039, 1982.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

IMNC. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. 2004. Apéndices normativos: métodos de medición para determinar el grado de clasificación del huevo. Pp 25-26. In: Productos avícolas –huevo fresco de gallina– especificaciones y métodos de prueba. (NMX-FF-079-SCFI-2004). Secretaria de Economía. Ciudad de México. Disponível: <http://www.uady.mx/~veterina/Modulos/ModuloSP/DOCUMENTOSANEXOS/DOCUMENTOSANEXOSUNIDADIV/nmx-ff-079-scfi-2004.pdf>. Acesso dia: 08/04/2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. v. 1, 3. ed., São Paulo, 1985. p. 287.

KAROUI, R.; KEMPS, B.; BAMELIS, F.; DE KETELAERE, B.; DECUYPERE, E.; BAERDEMAEKER, J. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: a review. **European Food Research and Technology**, v. 222, p. 727-732, 2006.

KEENER, K.M.; MCAVOY, K.C.; FOEGEDING, J.B.; CURTIS, P. A.; ANDERSON, K.E.; OSBORNE J. A. Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry Science**. v.85 p.550–555, 2006.

KIRUNDA, D.F.; SHEIDELER, S.E.; MCKEE, S.R. Efficacy of vitamin E (dl-alpha-tocopheryl acetate) supplementation in hens diets to alleviate egg quality deterioration during heat stress. **Poultry Science**, v.80, p.1378-1383, 2001.

KJOS, N.P.; HERSTAD, O.; SKREDE, A.; OVERLAND, M. Effect of dietary fish silage and fish fat on performance and egg quality of laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**. v.81, p.245-251. 2001.

KRAEMER, F.B.; HUTTEN, G.C.; TEIXEIRA, C.E.; PARDI, H.S.; MANO, S. Avaliação da qualidade interna de ovos em função da variação da temperatura de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 10, n. 3, p. 145-151, 2003.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.de.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, A.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B.de. Aspectos de Qualidade Interna e Externa de Ovos Comercializados em Diferentes Estabelecimentos na Região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

LEANDRO, N.S.M.; JARDIM FILHO, R. de M.; BRITO, A.B.de; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; GONZALES, E. Granulometria do calcário no desempenho e qualidade da casca de ovos de codornas japonesas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 381-387, 2006.

LESKANICH, C.O.; NOBLE, R.C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. **World's Poultry Science Journal**, v.53, p.155-183, 1997.

LIM, H.S.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Effects of Phytase Supplementation on the Performance, Egg Quality, and Phosphorous Excretion of Laying Hens Fed Different Levels of Dietary Calcium and Nonphytate Phosphorous. **Poultry Science**, v.82, n.1, p. 92-99, 2003.

MARSHALL, A.C.; SAMS, A.R.; VAN ELSWYK, M.E. Oxidative stability and sensory quality of stored eggs from hens. fed 1.5% menhaden oil. **Journal of Food Science**. v. 59, n.3, p. 561-56, 1994.

MAZALLI, M.R.; FARIA D.E.; SALVADOR D.; ITO D.T. Comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens. 1: Performance characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 13, n. 2, p. 274-279, 2004.

MELUZZI, A. The n-3 polyenoic fatty acids are exceptional constituents in eggs. **Rivista di Avicoltura**, v. 72, n.5, p.40-47, 2003.

MORAIS, C.F.A.; CAMPOS, E.J.; SILVA, T.J.P. Qualidade interna de ovos comercializados em diferentes supermercados na cidade de Uberlândia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, p.365-373, 1997.

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, Netherlands, v.24, p. 200-230, 1968.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e Produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380p.

MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; JARDIM FILHO, R. M.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 27, no. 1, p. 43-48, 2005.

NAJIB, H.; AL-DOSARI, M.N.; AL-WESALI, M.S. Use of Samh Seeds (*Mesembryanthemum forsskalei* Hochst) in the Laying Hen Diets. **International Journal of Poultry Science**. v.3, n.4, p. 287-294, 2004.

NASH, D.M.; HAMILTON, R.M.G.; SANFORD, K.A.; HULAN, H.W. The effect of dietary menhaden meal and storage on the omega-3 fatty acids and sensory attributes of egg yolk in laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**. v.76, p. 377-383, 1996.

ODOM, T. Thin egg shells in hot weather. A matter of survival. **Feedstuffs**, The Miller Publishing Company, Minnetonka, MN, 24: 20-21, 1989.

OLIVEIRA, B.L.; VALLE, R.H.P.; BRESSAN, M.C.; CARVALHO E.P. de. **Tecnologia de Ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 75p.

OLIVEIRA, G. E. de. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2006. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ORDÓNEZ, J.A. Ovos e produtos derivados. In: **Tecnologia de alimentos. Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, p.269-279, 2005.

ÖZBEY, O.; YILDIZ, N.; AYSÖNDÜ, M.H.; ÖZMEN, Ö. The effects of high temperature on blood serum parameters and the egg productivity characteristics of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.7, p. 485-489, 2004.

OVERFIELD, N.D. Egg quality assessment techniques at laboratory and field level. In: BRIZ, R.C. **Egg and egg products quality**. Zaragoza: 1995, 429 p.

PAPPAS, A.C.; ACAMOVIC, T.; SPARKS, N.H.; SURAI, P.F.; MCDEVITT, R.M. Effects of supplementing broiler breeder diets with organic selenium and polyunsaturated fatty acids on egg quality during storage. **Poultry Science**, v.84, n.6, p.865-874, 2005.

PARDI, H.S. **Influência da comercialização na qualidade de ovos de consumo**. Niterói, 1977. 73p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixe e alga marinha como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em rações de galinhas**, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P.R.; MENDONÇA JÚNIOR, C.X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, 2006.

PROTAIS, J. Qualita dell'uovo da consume: caratteristiche ed alcuni fattori di variazione. **Rivista Avicola**, v.60, p.27-32.1991.

ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg**. New York: John Wiley, 1949. 918 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SAMLI, A.A.H. E.; AGMA, A.; SENKOYLU, N. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. **Journal Applied Poultry Research**. n. 14, p.548–553, 2005.

SANTOS, M. do S.V. **Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais**, 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, 2005.

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

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

SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. de. Efeito do resíduo de pescado sobre as características físicas e químicas de ovos de codornas armazenados em diferentes períodos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 25, n. 1, p. 35-44, 2004.

SILVERSIDES, F.G.; BUDGELL, K. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. **Poultry Science**, v. 83, p. 1619-1623, 2004.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240-1245, 2001.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v. 72, p. 760-764, 1993.

SINDIRAÇÕES. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. A qualidade da casca dos ovos. **Revista Alimentação Animal**. n.16, 1999.

SOLOMON, S.E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing Ltd, 1991. 149p.

SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137 p.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. Food Products Press, New York/London. 1994. 323p.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86.

TORRES, E.B. **Alta presión isostética: estudio del color e da La fración lipídica de productos avícolas**, 2004. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universitat Autònoma de Barcelona. 136p., 2004.

USAYRAN, N.; FARRAN, M. T.; AWADALLAH, H.O.; AL-HAWI, I.R.; ASMAR, R.J.; ASHKARIAN, V.M. Effects of added dietary fat and phosphorus on the performance and egg quality of laying hens subjected to a constant high environmental temperature. **Poultry Science**, v.80, n.12, p.1695-1701, 2001.

USDA. United States Department of Agriculture. Egg grading manual. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf>> Acesso em 12 abril 2007.

VAN ELSWYK, M.E.; SAMS, A.R.; HARGIS, P.S. Composition, functionality and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary Menhaden oil. **Journal of Food Science**, v.57, n.2, p.342-344, 1992.

VASCONCELLOS, H. Cardioeggs: referência de ovo enriquecido. **Informativo do Aviário Santo Antônio**, v.5, n. 67, 2004.

## **CAPÍTULO II**

### **NÍVEIS DE ÁCIDOS GRAXOS E SUAS RELAÇÕES EM OVOS COMERCIAIS CONVENCIONAIS E ENRIQUECIDOS COM ÔMEGA – 3 ( $\omega$ -3)**

## RESUMO

Com o objetivo de comparar os níveis de ácidos graxos e suas relações em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, dois experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) durante seis semanas nos meses de fevereiro e março de 2008. Dois grupos de poedeiras da linhagem comercial Isa Brown com 33 semanas de idade foram separadas de modo a receber dietas diferenciadas. No grupo 1, as aves foram alimentadas durante toda vida produtiva com ração à base de milho e farelo de soja (produção de ovos convencionais), enquanto que no grupo 2, à partir da 22ª semana de idade das aves, foi acrescentado a ração básica, 1,5% de substrato de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3). No experimento 1 foram analisados os níveis de ácidos graxos e suas relações, a qualidade interna e externa dos ovos através da unidade Haugh, índice de gema, percentual dos principais componentes do ovo e espessura de casca. Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias significativamente menores de percentual e índice de gema quando comparados aos ovos convencionais, no entanto, com relação aos demais parâmetros de qualidade, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados. Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram teores totais de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -3 (1839 mg/100g de gema) e de monoinsaturados (10744 mg/100g de gema) significativamente superiores aos dos ovos convencionais (927 e 7997 mg/100g de gema, respectivamente). As relações entre os ácidos graxos poliinsaturados/saturados e entre  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 dos ovos enriquecidos foram próximas ao ideal estimado para o consumo humano (1,10 e 3,00; respectivamente). Os ovos convencionais apresentaram teores totais de ácidos graxos saturados (8740 mg/100g de gema) e de poliinsaturados da série  $\omega$ -6 (9600 mg/100g de gema) significativamente superiores aos dos ovos enriquecidos  $\omega$ -3 (6640 e 5510 mg/100g de gema, respectivamente). No experimento 2, três pessoas individualmente avaliaram a intensidade de pigmentação da gema com o auxílio de um leque colorimétrico. Foi verificado que os ovos convencionais apresentaram gema menos pigmentada que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 e o armazenamento destes últimos em diferentes temperaturas provocou o aparecimento de manchas escuras em suas gemas. Com base nos resultados concluiu-se que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 são uma excelente alternativa de alimento para aqueles consumidores preocupados em ingerir dietas mais saudáveis.

**Palavras-chave:** Coloração da gema. Ovos de mesa. Teor lipídico.



## ABSTRACT

In order to compare the levels and relations between fatty acids in conventional and enriched  $\omega$ -3 eggs, two experiments were conducted in the Eggs Analysis Laboratory of the Institute of Animal Science of the Rural Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ) during six weeks in February and March 2008. Two groups of laying hens line Isa Brown with 33 weeks of age were separated. In group 1, the birds were fed throughout their productive life with a basic diet of corn and soybean meal, while in group 2, since 22<sup>a</sup> weeks of age of the hens, was added to the basic diet 1.5% of marine algae substrate and 1.8% fish oil. In Experiment 1, it was analyzed the fatty acids levels and their relations, the internal and external eggs' quality through the Haugh unit, yolk index, percentage of the main components of the eggs and shell thickness. Enriched  $\omega$ -3 eggs had significantly lower average of yolk percentage and yolk index when compared with conventional eggs, however, with respect to other parameters of quality, there were not significant differences among the treatments studied. Enriched  $\omega$ -3 eggs had total levels of  $\omega$ -3 polyunsaturated (1839 mg/100g of yolk) and monounsaturated fatty acids (10744 mg/100g of yolk) significantly higher than conventional eggs (927 and 7997 mg/100g of yolk). Relations between polyunsaturated/saturated fatty acids and  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 of enriched eggs were close to the ideal estimated for human consumption (1.10 and 3.00, respectively). The conventional eggs had total levels of saturated (8740 mg/100g of yolk) and  $\omega$ -6 polyunsaturated fatty acids (9600 mg/100g of yolk) significantly higher than the enriched  $\omega$ -3 eggs (6640 and 5510 mg/100g of yolk, respectively). In experiment 2, three people individually evaluated the yolk pigmentation intensity using a yolk colour fan. It was found that the conventional egg yolk had less pigmented than enriched  $\omega$ -3 eggs and the storage of those eggs at different temperatures caused the appearance of dark spots in the yolk. Based on the results could be concluded that enriched  $\omega$ -3 eggs is an excellent alternative of food for those consumers concerned about eating healthy diets.

**Key words:** Yolk color. Table eggs. Lipids profile.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, na medida em que são conhecidos os riscos de uma alimentação inadequada, tem se observado o aumento de interesse da população pela ingestão de alimentos mais saudáveis, isentos de agrotóxicos e que, preferencialmente, promovam cura e profilaxia de doenças, tais como a hipercolesterolemia e o diabetes.

No Brasil, as doenças cardiovasculares são responsáveis por cerca de 46,8% de todos os óbitos registrados no país (BRASIL, 2008). Alterações no padrão nutricional dos brasileiros e o aumento da obesidade em adultos estão associados ao crescimento da mortalidade provocada por infartos do miocárdio e o aumento da incidência de seus fatores de risco, como a hipertensão arterial e hiperlipidemias. Estima-se que até 2010, as doenças cardiovasculares sejam as principais causas de morte em países em desenvolvimento (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2008).

Nos dias de hoje, o consumidor tem-se mostrado mais consciente em relação à dieta e saúde, o que tem estimulado pesquisadores e indústria de alimentos a desenvolverem produtos que possuam um fator adicional na sua composição natural capaz de trazer benefícios à saúde humana. Atenta a esta nova tendência, a indústria avícola vem promovendo a comercialização de ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3 (AGP  $\omega$ -3), os também chamados ovos *PUFA* (*Polyunsaturated Fatty Acid*).

A importância dos teores dietéticos de ácidos graxos poliinsaturados (AGP) em relação aos benefícios à saúde humana foi evidenciada após um estudo realizado por Bang e Dyerberg (1972) que correlacionou a baixa incidência de doenças cardiovasculares em esquimós à ingestão de grandes quantidades de AGP.

A produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (*PUFAs*) é alcançada através do fornecimento de fontes ricas destes ácidos graxos na dieta de poedeiras comerciais, como por exemplo, substratos marinhos e de sementes oleaginosas. São atribuídos a estes lipídios a melhoria do sistema imune, assim como a prevenção de doenças mentais, cardiovasculares e alguns tipos de câncer.

Pesquisas relatam que a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados por ácidos graxos saturados (P/S) e entre os ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 são fundamentais para a saúde humana. O *Department of Health* (1994) da Inglaterra revela que uma razão P/S inferior a 0,45 contribui para hipercolesterolemia. No referente à relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, estudos mostram que mais importante que a ingestão de altos níveis de AGP  $\omega$ -3, é o balanceamento adequado da relação supracitada, pois como estas duas séries competem pelas mesmas enzimas, altas concentrações de AGP  $\omega$ -6 conduzem a deficiência de AGP  $\omega$ -3, mesmo que a ingestão destes ácidos seja considerada satisfatória.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi comparar os níveis de ácidos graxos e suas relações nas gemas de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, avaliando a interferência desses lipídios sobre as características físicas dos ovos comerciais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Metabolismo dos Lipídios na Formação do Ovo

Uma poedeira comercial produz cerca de 300 ovos ao longo da sua vida produtiva, contudo, seu desempenho depende de ambiente de criação adequado, bom manejo nutricional e programa de luz apropriado para cada categoria animal (BAHR e JOHNSON, 1991).

Para que um número tão grande de ovos seja produzido ao longo da vida de uma poedeira, é necessário que ocorra a deposição abundante de lipídios na gema, principalmente durante o período pré-ovulatório. Os lipídios da gema, como as proteínas, são sintetizados no fígado da fêmea pela influência de estrógeno e progesterona, e são carregados pelo sangue aos folículos ovarianos (SOUZA, 2007).

Os lipídios da gema são de dois tipos principais: lipoproteínas e vitelogeninas. A vitelogenina é sintetizada pelo fígado da galinha que se complexa com fosfolipídeos e colesterol. Nas galinhas, as lipoproteínas contribuem com aproximadamente 95% dos lipídios da gema (NOBLE e COCCHI, 1991).

O fígado prepara e secreta os triglicerídeos e os fosfolipídios em uma lipoproteína de muito baixa densidade especialmente marcada para a formação da gema, a VLDL<sub>y</sub> (Very Low Density Lipoprotein *y*). Esta partícula não é bem utilizada pela pelo músculo esquelético ou pelo tecido adiposo da ave e devido ao seu pequeno tamanho (metade do diâmetro da VLDL normal) pode atravessar a lâmina basal granulosa do folículo ovariano e se juntar a estrutura percussora da gema, chamada oocisto (WALZEM et al., 1999).

A combinação entre as estruturas do folículo ovariano e o pequeno diâmetro da VLDL<sub>y</sub> permite que o fígado possa modificar a gordura ingerida na dieta em triglicerídeos e fosfolipídios antes da inclusão da gema no ovo, possibilitando deste modo, que a galinha possua melhor controle das características lipídicas da gema. No entanto, esta transformação não é completa, permitindo que a gordura ingerida pelas poedeiras através da dieta, influencie na composição lipídica da gema, especialmente, quanto ao conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados (SOUZA, 2007).

### 2.2 Lipídios do Ovo

Os lipídios são substâncias insolúveis em água, representadas por trigliceróis, fosfolipídios e colesterol. No ovo, estas substâncias estão localizadas na gema, representando cerca de 33% do peso total desta estrutura e 65% de sua matéria seca (NOBLE et al., 1990).

Devido à sua origem plasmática, a maior parte dos lipídios encontrados na gema está sob forma de triglicerídeos. O restante da fração lipídica da gema é constituída por uma quantidade substancial de fosfolipídios e por pequenas porções de colesterol livre, ésteres de colesterol e ácidos graxos livres (Tabela 1).

**Tabela 1.** Proporções dos principais lipídios da gema (%).

Lipídios	(%)
Colesterol ésteres	1,3
Triglicerídeos	63,2
Ácidos graxos livres	0,9
Colesterol livre	4,9
Fosfolipídios	29,7

Fonte: NOBLE et al., 1990.

O colesterol é um importante componente estrutural e funcional das células, sintetizado pelo organismo nas quantidades necessárias, sendo encontrado em todos os tecidos animais, em maior proporção no fígado, nos rins, nas glândulas supra-renais e no cérebro. A excreção e a absorção do colesterol endógeno são contrabalanceadas pela quantidade de colesterol ingerido pela dieta. Estudos recentes revelam que o colesterol pronto (exógeno) tem uma influência de 5% no máximo, sobre a elevação do colesterol total do organismo de pessoas saudáveis (BRANDÃO *et al.*, 2005).

O balanço de colesterol de uma poedeira é diferente do observado no homem. Uma galinha de 1,7 Kg sintetiza aproximadamente 300 mg de colesterol/dia, enquanto que um homem de 70 Kg produz em torno de 800 mg de colesterol/dia (NABER, 1983; McMANARA *et al.*, 1987). Na ave, a principal forma de eliminação do colesterol é via ovo, sendo muito reduzida a excreção de ácidos biliares e esteróis nas fezes. O colesterol no ovo é necessário para a sobrevivência e desenvolvimento do embrião, que não possui a habilidade de produzir esta substância durante as primeiras fases da vida embrionária (BERTECHINI, 2003).

Apesar de uma série de tentativas para a redução do colesterol da gema, incluindo seleção genética das aves, manobras nutricionais e a utilização de agentes farmacológicos, os teores de colesterol são muito resistentes a alterações (MENDONÇA JR., 2002).

São denominados ácidos graxos todos os lipídios monocarboxílicos de cadeia aberta, linear, e que geralmente, possuem alto peso molecular. Estes são classificados conforme o número de duplas ligações, como: saturados, monoinsaturados e poliinsaturados (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

A deposição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados na gema de ovos de poedeiras alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja é constante (PITA, 2007). No entanto, quando alterada a fonte ou a quantidade de óleos e gordura da dieta dessas aves, o teor lipídico da gema pode ser modificado (BENITES *et al.*, 2005). A Tabela 2 evidencia os principais ácidos graxos encontrados na gema de ovos comerciais convencionais.

**Tabela 2.** Ácidos graxos da gema de ovos comerciais convencionais (% de lipídios totais).

Ácidos graxos	Siglas	%
Mirístico	C14:0	0,41
Palmítico	C16:0	26,91
Palmitoléico	C16:1	3,60
Esteárico	C18:0	9,48
Oléico	C18:1	41,97
Linoléico	C18:2	13,88
Linolênico	C18:3	0,40
Gadoléico	C20:1	0,34
Araquidônico	C20:4	1,72
Eicosapentaenóico (EPA)	C20:5	0,04
Docosahexanóico (DHA)	C22:6	0,45
Relação P/S*		0,44
Total de AGP $\omega$ -6		15,60
Total de AGP $\omega$ -3		0,89
Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3**		17,53

Fonte: MENDONÇA JÚNIOR, 2002.

\*Relação entre teores totais de ácidos graxos poliinsaturados por ácidos graxos saturados.

\*\*Relação entre os teores totais de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 6 por ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3.

Os AGP são caracterizados por possuírem dezoito ou mais átomos de carbono em sua estrutura química e duas ou mais duplas ligações. As duas principais famílias ou séries de AGP são os ômega 3 e 6. A designação ômega ( $\omega$ ) tem relação com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -3 (AGP  $\omega$ -3) apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono, enquanto os AGP  $\omega$ -6 têm a primeira dupla ligação entre o sexto e o sétimo átomo de carbono (WILEY e SONS, 1979). Os principais AGP  $\omega$ -3 são os ácidos alfa-linolênico, eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), enquanto os principais AGP  $\omega$ -6 são os ácidos linoléico e araquidônico (KINSELLA, 1990; MAYSER et al., 1998).

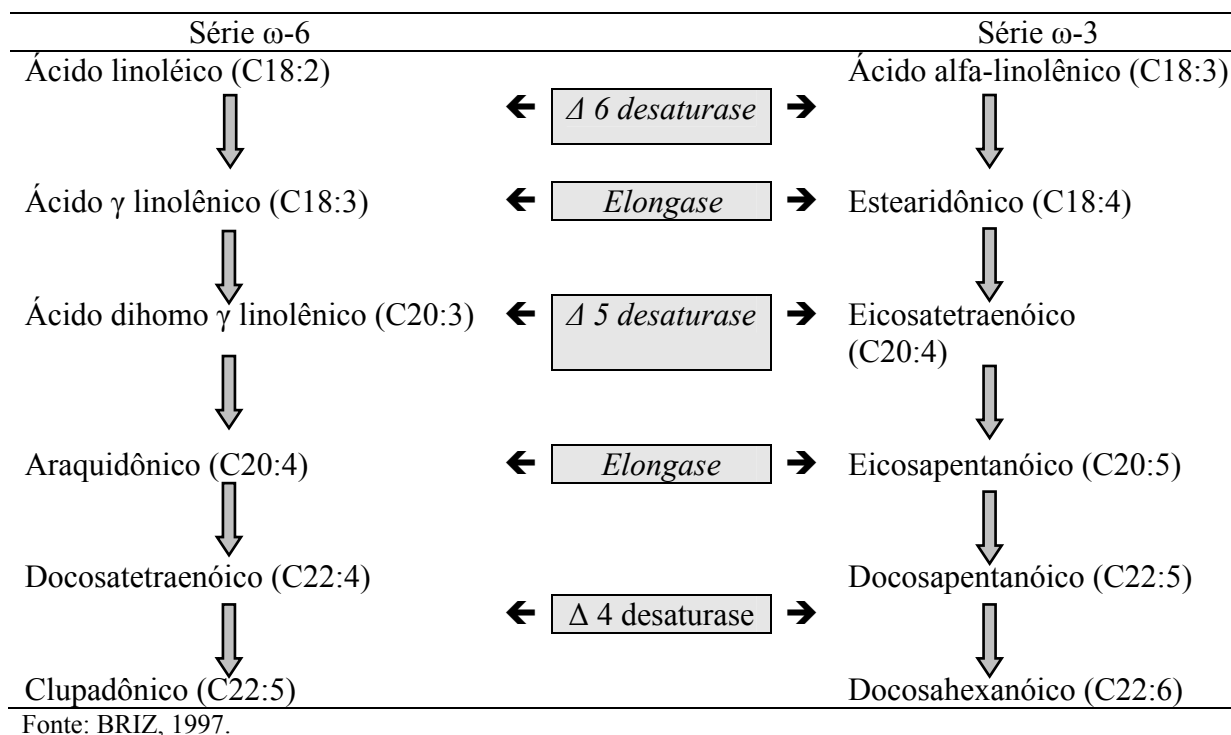
Os ácidos alfa-linolênico e linoléico são, respectivamente, precursores das séries dos AGP  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6. Estes lipídios são denominados ácidos graxos essenciais, pois os mamíferos não possuem enzimas capazes de inserir dupla ligação nas posições 6 e 3 das cadeias hidrocarbonadas dos ácidos graxos, sendo necessário ingerí-los pela alimentação (HUNTER e ROBERTS, 2000).

A deficiência dos ácidos graxos essenciais em humanos pode provocar baixas taxas de crescimento, perda de peso, falhas na ovulação e lactação, degeneração testicular, aumento da permeabilidade da pele e da membrana celular, deficiência na cicatrização, aumento da susceptibilidade a infecções, queda de pêlo, dermatite seborréica com hiperqueratose e aumento da síntese de DNA dos queratinócitos (MOREIRA et al., 2001).

Assim como nos mamíferos, nas aves os ácidos linoléico e alfa-linolênico, também são considerados essenciais. A deficiência destes ácidos graxos determina diminuição do crescimento em aves e o aumento do tamanho do fígado em pintos, principalmente devido ao acúmulo de gordura nos hepatócitos, bem como no decréscimo das concentrações dos ácidos araquidônico e linoléico na musculatura e em outros tecidos. Nos machos, foi observado redução do tamanho dos testículos, atraso do desenvolvimento sexual, falha reprodutiva e maior incidência de doenças infecciosas (PITA, 2007).

A ingestão dos ácidos graxos essenciais desencadeia uma série de reações químicas mediadas por enzimas *desaturases* e *elongases* no organismo animal. Estes lipídios são convertidos em outros ácidos de cadeia longa, como o araquidônico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico (Figura 1). Nestas reações há competição entre estas enzimas, de modo que, a ingestão em excesso de AGP  $\omega$ -6 limita a formação dos AGP  $\omega$ -3 no organismo animal e vice-versa (BRIZ, 1997).

Ainda não foram estabelecidas as taxas mínimas do consumo de ácidos graxos das séries  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6, para atender às exigências humanas destes nutrientes há necessidade de um equilíbrio entre as disponibilidades destes ácidos graxos na alimentação. De acordo com Simopoulos (2000), a relação ideal da razão entre  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 é de 1 a 2:1, enquanto hoje, em dietas ocidentais a relação atinge 10 a 25:1, causando um desbalanceamento do metabolismo dos ácidos graxos essenciais.



**Figura 1.** Metabolismo bioquímico dos ácidos graxos essenciais.

### 2.3 Modificação dos Níveis de Ácidos Graxos da Gema

Pesquisas revelam que o teor de ácidos graxos da gema responde à manipulação dietética. A suplementação da dieta das aves com fontes ricas em AGP  $\omega$ -3 eleva seu teor na gema, não alterando, no entanto, os teores de ácidos graxos saturados (SIMOPOULOS, 2000).

Alguns dos benefícios da suplementação dietética de AGP  $\omega$ -3 em humanos têm sido associados à redução de doenças cardiovasculares, neoplasias e colite ulcerativa, podendo também proteger pacientes com lesões pré-neoplásicas de cólon (BRANDÃO et al., 2005).

A produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é alcançada através do fornecimento de fontes ricas destes ácidos graxos na dieta de poedeiras comerciais, como substratos de peixes, algas marinhas e sementes oleaginosas.

Os peixes são excelentes fontes de ácidos graxos poliinsaturados. Sua suplementação na dieta de poedeiras pode ser realizada sob a forma de farinha ou óleo, sendo esta última a mais utilizada. A utilização de óleo de peixe na ração de aves de postura eleva significativamente os níveis dos AGP  $\omega$ -3: alfa-linolênico, EPA e DHA na gema de ovos comerciais (BRIZ, 1997).

Existem variações consideráveis nos teores de AGP  $\omega$ -3 no óleo de peixe, de acordo com a espécie de origem e da época de pesca. Os peixes marinhos geralmente contêm proporções maiores de AGP  $\omega$ -3 em relação aos peixes de água doce, sendo que quanto menor a temperatura da água, maior a quantidade desses ácidos graxos nos peixes, pois estes se alimentam de fito e zooplânctons ricos em  $\omega$ -3, abundantes nas águas de baixa temperatura. As espécies de maior interesse são: atum, bonito, savelha, cavala, anchova e sardinha (MENDONÇA JR., 2002).

As farinhas de peixes azuis possuem entre 8 e 16% de gordura, sendo que nos peixes brancos essa porcentagem é reduzida para 1%, havendo em ambos os casos teores baixos dos ácidos linoléico e alfa-linolênico. A proporção de  $\omega$ -3 nas farinhas de savelha e sardinha

situa-se entre 20 e 35%, com elevados teores de EPA (15 e 18%) e DHA (13 e 15%). Apesar da farinha de peixe ser ingrediente bastante disponível, é necessário que se incorporem teores elevados desta matéria prima nas rações para que sejam atingidas concentrações de  $\omega$ -3 similares às do óleo de peixe (MENDONÇA JR., 2002).

Recentemente, a incorporação de algas marinhas na dieta de poedeiras vem despontando como um suplemento alternativo à produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3. As algas são produtoras primárias de AGP  $\omega$ -3, sendo os únicos seres capazes de sintetizar EPA e DHA. Os peixes ao se alimentarem de algas marinhas se tornam fontes secundárias destes ácidos graxos (PIBER NETO, 2006).

Nash et al. (1995) visando a modificação do teor de ácidos graxos da gema de ovos comerciais, verificaram que os ovos das aves alimentadas com 12% de farinha de arenque apresentaram níveis de EPA e DHA na gema, respectivamente, 11 e 3 vezes mais elevados que os ovos convencionais.

Lewis et al. (2000) administrando dietas contendo de 10 a 20% de óleo de linhaça obtiveram ovos com 216 a 517mg de ácido alfa-linolênico, teores bem maiores do que os 28 mg observado em ovos convencionais.

Meluzzi et al., (2001) ao estudarem a substituição do óleo de peixe por substratos de algas marinhas como ingredientes para o “enriquecimento” de ovos comerciais, não observaram diferença significativa da incorporação dos AGP  $\omega$ -3 entre ovos das aves alimentadas com os dois ingredientes supracitados, no entanto, quando comparados aos ovos convencionais foi verificado que ambos os tratamentos levaram a valores significativamente maiores destes ácidos graxos, sugerindo que, tanto o óleo de peixe como o substrato de algas marinhas podem ser utilizadas como modificador do teor de ácidos graxos da gema de ovos comerciais.

Pita (2007) ao fornecer dietas a poedeiras comerciais contendo óleo refinado de canola, linhaça, milho, soja, óleo bruto de salmão e mistura industrial de sardinha e atum verificou aumento dos teores de dos ácidos graxos da série  $\omega$ -3 na gema dos ovos de 2,28%, 9,21%, 1,22%, 2,09%, 4,47%, 4,90%, respectivamente.

A utilização de altas concentrações de ácidos graxos na dieta de aves domésticas pode provocar alterações físicas nos ovos comerciais. Muramatsu et al. (2005) demonstraram que uma dieta rica em gordura pode prejudicar a qualidade externa dos ovos, uma vez que os ácidos graxos interferem na absorção de cálcio, ao formar sais com este nutriente no intestino delgado das aves.

Com relação à qualidade interna, Whitehead et al. (1993) verificaram que a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados na ração de poedeiras induz a diminuição do tamanho e peso da gema, em virtude destes lipídios provocarem a redução da concentração do estradiol plasmático necessário para a formação deste componente do ovo. Brugalli et al. (1998) associaram uma dieta rica em óleos à redução da qualidade do albúmen, em virtude do maior deposição de gordura no oviduto, prejudicando assim, a secreção e deposição de proteínas nesta estrutura.

Dependendo do ingrediente utilizado na dieta de poedeiras para modificação dos níveis de ácidos graxos de ovos, podem ser percebidas alterações na intensidade de pigmentação da gema. A cor da gema não é indicativa de qualidade nutricional, mas sim do aspecto visual do ovo, fator determinante para aceitabilidade do produto pelo consumidor (SEIBEL, 2005). A intensidade de coloração da gema está intimamente relacionada à adição de pigmentos xantofílicos e carotenóides na dieta da ave (LINDEN e LORIENT, 1996).

Ao produzirem ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir de fontes ricas em carotenóides, Carvalho et al. (2006) verificaram que os ovos das poedeiras alimentadas com alga e óleo de salmão (ovos enriquecidos) apresentaram gema mais pigmentada do que ovos convencionais. Em experimento análogo, Souza (2007) observou que os ovos com maior intensidade de

pigmentação de gema foram aqueles produzidos pelas poedeiras alimentadas com óleo de linhaça e óleo de soja (enriquecidos) quando comparados aos ovos convencionais.

Normalmente, a análise da cor de gema dos ovos é efetuada através do leque colorimétrico, numa escala de valores de 1 a 15, que vai do amarelo claro ao laranja. Entretanto, Santos et al. (2007) comentaram que o melhor modo de avaliar a intensidade de pigmentação da gema é através da colorimetria de triestímulos que é método utilizado para simular matematicamente a percepção da cor, utilizando um equipamento capaz de realizar medições correlatas à percepção do olho humano através dos valores triestímulos (XYZ, L a b, etc).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, durante seis semanas nos meses de fevereiro e março de 2008.

Foram utilizados 600 ovos comerciais produzidos na Granja Shintaku Ltda, localizada em Marília, SP, onde eram fornecidas dietas diferenciadas aos dois grupos de poedeiras da linhagem comercial Isa Brown com 33 semanas de idade. No grupo 1 as aves foram alimentadas durante toda a vida produtiva com ração à base de milho e farelo de soja, sendo os ovos produzidos por estas aves denominadas no presente estudo de ovos comerciais convencionais. No grupo 2, à partir da 22<sup>a</sup> semana de idade das poedeiras, foi acrescentado à ração básica, 1,5% de substrato em pó de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe (Tabela 3). Os ovos produzidos pelo grupo 2 receberam a denominação de ovos enriquecidos com ômega 3 ( $\omega$ -3).

Pesquisas mostram que rações contendo níveis acima de 2,0% de óleo de peixe promovem o aumento dos teores de AGP  $\omega$ -3 da gema, contudo, nesta concentração, o óleo de peixe pode provocar alterações indesejáveis no odor e no sabor dos ovos (VAN ELSWYK *et al.*, 1992; GONZALEZ e LEESON, 2000). Algas marinhas são fontes primárias de AGP  $\omega$ -3, todavia, seu custo é alto, podendo aumentar em duas vezes o custo de produção (VASCONCELLOS, 2004). Sendo assim, para que a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 seja economicamente viável sem alterar as características organolépticas, muitos avicultores optam por utilizar uma mistura de óleo de peixe e algas marinhas.

Os ovos foram transportados, em caminhão sem refrigeração, ao CEASA do Rio de Janeiro, RJ, e em seguida, em carro de passeio nas mesmas condições, encaminhados ao Laboratório de Análise de Ovos do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, localizado em Seropédica, RJ. O tempo decorrido entre a coleta de ovos na granja até o laboratório para análise dos ovos foi de quatro dias.

**Tabela 3.** Composição centesimal das rações experimentais:

Ingredientes (%)	Dieta 1*	Dieta 2**
Milho	59,17	60,44
Farelo de soja (46%)	25,98	25,80
Fosfato bicálcico (18% P, 21% Ca)	1,94	1,93
Calcário	8,86	8,87
Sal	0,32	0,32
Óleo de peixe	1,80	-
Óleo de soja	-	0,71
Substrato de algas	1,50	-
Areia	-	1,50
Cloreto de colina (60%)	0,05	0,05
DL-metionina	0,13	0,13
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	0,25	0,25
Total	100	100
Composição calculada da dieta <sup>2</sup>		
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2800	2800
Proteína bruta (%)	17,07	17,18
Cálcio (%)	3,90	3,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45
Sódio (%)	0,17	0,17
Metionina (%)	0,40	0,40
Metionina + cistina (%)	0,69	0,69
Lisina (%)	0,89	0,89

\* Dieta para produção de ovos convencionais.

\*\* Dieta para produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

<sup>1</sup> Suplemento por Kg de dieta: vitamina A (6250 IU); vitamina D (2500 IU); vitamina E (12 IU); vitamina K (0,04 mg); tiamina (0,25 mg); riboflavina (3,40 mg); vitamina B<sub>6</sub> (0,25 mg); vitamina B<sub>12</sub> (20 lg); ácido pantotênico (3,80 mg); niacina (9,90 mg); biotina (0,10 mg); ácido fólico (0,25 mg); cobre (6,00 mg); ferro (52,50 mg); iodo (0,33 mg); selênio (0,21 mg); magnésio (48,0 mg); zinco (60,23 mg); etoxiquina (0,31 mg)

<sup>2</sup> Composição calculada segundo Rostagno et al. (2000).

### 3.1 Experimento 1

No experimento 1 foram coletados semanalmente 60 ovos comerciais marrons, “tipo extra” durante os meses de fevereiro e março de 2008, sendo metade destes classificados como ovos convencionais e o restante como ovos enriquecidos com  $\omega$ -3, totalizando ao final de seis semanas 360 ovos analisados.

#### 3.1.1 Avaliação da qualidade interna e externa

Para obter informações sobre as características físicas dos ovos analisados, foi realizada avaliação da qualidade interna e externa dos ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3. As variáveis analisadas foram: percentuais de albúmen, de gema e de casca em relação ao peso total do ovo, unidade Haugh, índice de gema e espessura da casca.

Para avaliação da qualidade interna, os ovos foram pesados em uma balança digital com precisão de 0,001g modelo BG-8000 - Gehaka, quebrados em uma superfície plana de vidro e com um micrômetro tripé Ames modelo S-6428 mediu-se a altura do albúmen denso (Figura 1). A unidade Haugh foi calculada através da fórmula proposta por Card e Nesheim (1966),  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).



**Figura 2.** Determinação da altura do albúmen denso com micrômetro tripé Ames modelo S-6428.

A altura da gema foi medida após tê-la separado do albúmen com o mesmo instrumento utilizado para medida da altura do albúmen denso (Figura 2a), e seu diâmetro medido com um paquímetro analógico Mytutoyo (Figura 2b). O índice de gema foi calculado através da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura (SHARP e POWELL, 1930). O albúmen e a gema foram acondicionados individualmente em embalagens plásticas para que fossem pesados, e posteriormente calculados o percentual destas estruturas em relação ao peso total do ovo.



**Figura 3.** Determinação da altura da gema (a) com micrômetro tripé Ames modelo S-6428 e diâmetro (b) da gema com paquímetro analógico Mytutoyo.

Para avaliação da qualidade externa, as cascas foram lavadas em água corrente de forma que as membranas internas e externas fossem preservadas. Depois de secas em estufa ventilada a 55°C por cinco horas, as cascas foram pesadas na mesma balança utilizada para medida do peso do ovo íntegro, obtendo-se o percentual da casca em relação ao peso total do ovo. Posteriormente, com o auxílio de um micrômetro analógico de pressão Mytutoyo foi medida a espessura de fragmentos das zonas apical, equatorial e basal da casca e com a média destes três pontos foi obtido os dados de espessura da casca (Figura 4).



**Figura 4.** Determinação da espessura da casca com micrômetro analógico de pressão Mytutoyo.

### 3.1.2 Níveis de ácidos graxos da gema dos ovos

Após a avaliação da qualidade interna dos ovos, dois *pools* de dez gemas de cada tratamento foram direcionados ao Laboratório de Análise de Alimentos e Bebidas do Instituto de Tecnologia da UFRRJ, para determinação dos níveis de ácidos graxos.

A extração dos lipídios foi realizada seguindo o método de Folch et al. (1957). Pesou-se 1 g de gema crua em balança analítica 0,0001 g modelo RS 232 - Mettler Toledo e acondicionada em um balão volumétrico de 100 mL. O volume do balão foi completado com uma solução 2:1 de clorofórmio e metanol, sendo então, a mistura agitada manualmente por dois minutos, e em seguida filtrada para um funil de separação Squibb. Foi adicionado ao funil 20 mL de KCl 0,72% e aguardada a primeira separação de fases. Então foi adicionado, por mais uma vez, 17,5 mL de KCl 0,72% e a mistura manualmente agitada. Depois de ocorrida a segunda separação das fases, o extrato clorofórmico foi filtrado com sulfato de sódio anidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) para um balão de fundo redondo de 200 mL. Posteriormente, secou-se o extrato clorofórmico em rota-evaporador a 25°C, e em seguida, determinou-se a quantidade de lipídeos totais.

A metilação e saponificação dos lipídeos foram realizadas utilizando-se o método de Hartman e Lago (1973). Amostras de 1 mL da solução lipídica do extrato clorofórmico foram transferidos para tubos de tampa esmerilhada, seguida de evaporação do clorofórmio com auxílio de corrente de nitrogênio. A saponificação realizada posteriormente, resultou da adição de 2 mL de solução metanólica de hidróxido de sódio a 0,5 N e aquecimento em banho-maria a 100° C por cinco minutos.

Para a esterificação dos ácidos graxos, foi adicionado ao extrato lipídico, 6 mL do reagente de esterificação (60 mL de metanol + 2 g de cloreto de amônio + 3 mL de ácido sulfúrico), com aquecimento dos tubos em água fervente por mais três minutos. Após o resfriamento, foi adicionado ao extrato 5 mL de água fria, seguida de agitação manual. A fase superior foi transferida para um tubo de ensaio e adicionado 5 mL de solução saturada de carbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ). Os ésteres metílicos foram extraídos após três porções sucessivas de 1 mL de hexano.

A separação e identificação dos ácidos graxos foram realizadas em cromatógrafo a gás, modelo Intecrom G8000, equipado com detector de ionização em chama (FID), injetor split e coluna CP-SIL 88, com 100m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno x 0,20µm de filme da fase líquida (Varian, Inc). As condições cromatográficas foram fixadas em: temperatura do detector de 280°C; temperatura do injetor de 250°C, temperatura inicial da coluna de 120°C por oito minutos, com programação de aumento de 15°C por minuto até 160°C; depois este ritmo foi de 4°C por minuto até 195°C, sendo esta temperatura mantida por

doze minutos, elevou-se novamente em 15°C por minuto até que fosse atingida a temperatura final de 220°C, mantida por vinte minutos. O gás de arraste foi o hidrogênio (H<sub>2</sub>) com fluxo de 1 mL/minuto, e o gás do detector foi o nitrogênio (N<sub>2</sub>), com fluxo de 30mL/minuto e ar sintético, com fluxo de 300mL/minuto. Foi utilizado um split de 1:50.

Uma alíquota de 1µL do extrato esterificado foi injetado no cromatógrafo gasoso. Os dados sobre os tempos de retenção e o percentual dos ácidos graxos foram obtidos através do *software – Peaksimple* (SRI Instruments, EUA).

A identificação dos ácidos graxos foi realizada através da comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras padrões de ácidos graxos autênticos (SIGMA, EUA).

### 3.2 Experimento 2

No Experimento 2 foram utilizados 240 ovos comerciais (120 convencionais e 120 enriquecidos com  $\omega$ -3) de casca marrom, classificados como extra, produzidos por poedeiras da linhagem Isa Brown com 33 semanas de idade na Granja Shintaku Ltda.

A avaliação da intensidade de pigmentação da gema foi realizada no Laboratório de Análises de Ovos, do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, durante 21 dias no mês de março de 2008. Para tanto, os ovos foram identificados e 50% do total de cada grupo foram armazenados a temperatura ambiente e outros 50% em geladeira a 5°C, durante 0, 7, 14 e 21 dias. A temperatura e a umidade relativa do ar eram verificadas diariamente utilizando o termohigrômetro fixo TEC-HT-210<sup>®</sup>.

A avaliação da coloração foi realizada por três pessoas individualmente. Os ovos foram quebrados em uma superfície plana de vidro e a gema separada do albúmen, a intensidade de pigmentação das gemas dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 foi realizada com o auxílio do leque colorimétrico DSM<sup>®</sup>, antiga Roche (Figura 5).



**Figura 5.** Avaliação da intensidade de pigmentação da gema dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 com leque colorimétrico DSM<sup>®</sup>.

### **3.3 Análise Estatística**

Nos dois experimentos, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os resultados obtidos nos experimentos 1 e 2 foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, com 5% de significância, utilizando o *software* Sisvar 4.3 (FERREIRA, 2003).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

#### 4.1.1 Peso dos ovos

Não foi observada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre o peso médio dos ovos estudados (Tabela 4); em ambos os tratamentos (ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3) os ovos foram classificados como extra, peso médio entre 60 e 65g por unidade, como determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 1991).

Vários estudos têm demonstrado que a utilização de óleo de peixe, um dos ingredientes utilizados para a modificação do teor de ácidos graxos da gema neste experimento, na dieta de poedeiras possui um efeito negativo sobre o peso dos ovos. Gonzales e Leeson (2000) observaram que poedeiras alimentadas com óleo de savelha (uma espécie de peixe), produziram ovos em média 2g mais leves do que os ovos convencionais. Em estudo análogo, Ebeid et al. (2008) verificaram redução progressiva do peso dos ovos das aves alimentadas com 1,25; 2,5; 3,0; e 5,0% de óleo de peixe.

No entanto, outros autores como Basmacioglu et al. (2003) e Al-Sultan, (2005), não observaram redução do peso dos ovos das aves alimentadas com 4,32 e 1,0% de óleo de peixe, respectivamente.

**Tabela 4.** Peso, qualidade externa e interna de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3	CV (%)
Peso dos ovos (g)	64,00 <sup>a</sup>	62,66 <sup>a</sup>	3,01
Espessura de casca (mm)	0,380 <sup>a</sup>	0,382 <sup>a</sup>	6,18
Percentual de casca (%)	10,87 <sup>a</sup>	10,54 <sup>a</sup>	6,18
Percentual de gema (%)	33,45 <sup>a</sup>	28,44 <sup>b</sup>	10,38
Percentual de albúmen (%)	56,00 <sup>b</sup>	60,96 <sup>a</sup>	5,42
Unidade Haugh	63,41 <sup>a</sup>	60,44 <sup>a</sup>	13,14
Índice de gema	0,42 <sup>a</sup>	0,34 <sup>b</sup>	6,14

Médias de tratamentos com letras diferentes, entre colunas, diferem significativamente entre si ( $P<0,05$ ) pelo Teste F.

#### 4.1.2 Qualidade externa e interna dos ovos

Com relação à espessura da casca, não foi observada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os resultados para este parâmetro obtidos para os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 4). Entretanto, observou-se altos valores para este parâmetro nos dois tratamentos, 0,380 e 0,382 mm, para os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, respectivamente. Estudos mostram que espessuras abaixo de 0,330 mm indicam alta fragilidade da casca, assim, como as médias verificadas para este parâmetro foram superiores a este limiar, pôde-se afirmar que os ovos analisados neste estudo possuíam casca com boa resistência a danos físicos (STADELMAN e COTTERILL, 1995).

No referente à avaliação do percentual dos principais componentes do ovo, foi observado que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente menores ( $P<0,05$ ) de percentual da gema quando comparados aos ovos convencionais (Tabela 4). A literatura relata que a incorporação de ácidos graxos poliinsaturados na ração de poedeiras induz à diminuição do tamanho e peso da gema, em virtude destes lipídios promoverem a

redução da concentração do estradiol plasmático necessário para a formação deste componente do ovo (WHITEHEAD et al., 1993).

Não foi verificada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre o percentual da casca dos dois tipos de ovos estudados; como esperado, o percentual de albúmen apresentou um comportamento inverso ao observado para percentual da gema, ou seja, os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente maiores ( $P<0,05$ ) de percentual do albúmen quando comparados aos ovos convencionais (Tabela 4). Os resultados observados no presente estudo concordam com o reportado por Bautista (2008), que ao estudarem a modificação do teor de ácidos graxos da gema de ovos comerciais, observou que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente menores de percentual de gema, significativamente maiores de percentual do albúmen e não verificou diferença significativa para o percentual de casca entre os ovos enriquecidos e convencionais.

Para Unidade Haugh, constata-se pela Tabela 4, que não houve diferença significativa entre as médias dos dois tipos de ovos analisados, sendo que as médias observadas neste experimento (63,41 e 60,44; para os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, respectivamente), estão de acordo com o descrito no Manual de Classificação de Ovos que considera para ovos com 4 a 6 dias de idade, armazenados em temperatura ambiente, classificação A (entre 72 e 55 UH), ou seja, os ovos possuíam boa qualidade interna (USDA, 2000). No presente estudo os ovos foram analisados com quatro dias de idade devido ao tempo gasto no percurso entre a granja (Marília, SP) e o Laboratório de Análise de Ovos da UFRRJ (Seropédica, RJ). Vale ressaltar, que todo o trajeto foi realizado em veículos sem refrigeração.

As médias de índice de gema observadas neste experimento (0,42 e 0,34; para ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, respectivamente), estão dentro da faixa padrão de 0,30 a 0,50; estabelecido para ovos frescos (ROMANOFF e ROMANOFF, 1949). Como este parâmetro determina a consistência e qualidade da gema, observa-se que, tanto os ovos convencionais como os enriquecidos com  $\omega$ -3, estão dentro do padrão de qualidade (SOLOMON, 1991). Entretanto, os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias de índice de gema significativamente inferiores ( $P<0,05$ ) aos ovos convencionais (Tabela 4). Estudos mostram que uma dieta rica em ácidos graxos poliinsaturados pode interferir na formação da gema, alterando sua consistência e deixando-a mais susceptível a rompimentos (WATKINS, 2003; KIM et al., 2007).

Os resultados obtidos no presente estudo divergem do reportado por Mazalli et al. (2004), que visando a modificação dos níveis de ácidos graxos da gema de ovos comerciais, não verificaram diferenças significativas para o índice de gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 e os convencionais.

### **4.1.3 Níveis de Ácidos Graxos na Gema dos Ovos**

Os ácidos graxos saturados (AGS) identificados no presente estudo foram os ácidos mirístico, palmítico e esteárico. Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias significativamente menores ( $P<0,05$ ) de ácido mirístico e palmítico, no entanto, com relação ao ácido esteárico, não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os dois tipos de ovos estudados (Tabela 5). Estes resultados divergem parcialmente dos observados por Piber Neto (2006) que ao investigar a modificação do teor de ácidos graxos da gema de ovos de poedeiras comerciais, verificou que os enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente maiores de ácidos mirístico, quando comparados aos ovos convencionais. Entretanto, com relação aos ácidos palmítico e esteárico, estes autores não observaram diferença significativa entre os tratamentos analisados. Foi observado no presente estudo, que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram um total de ácidos graxos saturados (mirístico +



palmítico + esteárico) 31,6% menor quando comparados aos ovos convencionais (Tabela 5). Segundo Mourthé et al. (2005) a variação dos níveis de AGS na gema dos ovos está relacionada com a substituição destes pelos ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 ingerido na dieta.

**Tabela 5.** Níveis de ácidos graxos saturados da gema (mg/100g de gema) de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Ácido graxo	Sigla	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
Mirístico	C14:0	880 <sup>a</sup>	635 <sup>b</sup>
Palmítico	C16:0	6410 <sup>a</sup>	4255 <sup>b</sup>
Esteárico	C18:0	1450 <sup>a</sup>	1750 <sup>a</sup>
AGS <sup>1</sup> total		8740 <sup>a</sup>	6640 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

<sup>1</sup>ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) identificados no presente estudo foram os ácidos palmitoléico e oléico. Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias significativamente maiores de ácido oléico, no entanto, no que se refere ao ácido palmitoléico, não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os dois tipos de ovos analisados. Com relação ao AGMI total (palmitoléico + oléico), médias significativamente ( $P < 0,05$ ) maiores foram observadas nos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 6).

Os resultados encontrados no presente estudo discordam com o descrito por Mori (2001) que objetivando a produção de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 à partir da adição de óleos de peixe e de linhaça na ração de poedeiras, verificou que à medida que aumentava os níveis dietéticos de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (AGP  $\omega$ -3), diminuía os teores de AGMI totais da gema. A literatura relata que o excesso de AGP  $\omega$ -3 na dieta de aves promove inibição da atividade da enzima formadora de ácido oléico. Tal fato induz a redução da concentração deste ácido graxo na gema dos ovos, e, por conseguinte, diminuição do nível total de AGMI (CHERIAN e SIM, 1991).

**Tabela 6.** Níveis de ácidos graxos monoinsaturados da gema (mg/100g de gema) ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Ácido graxo	Sigla	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
Palmitoléico	C16:1	3040 <sup>a</sup>	4004 <sup>a</sup>
Oléico	C18:1	4957 <sup>b</sup>	6740 <sup>a</sup>
AGMI <sup>1</sup> total		7997 <sup>b</sup>	10744 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre coluna não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

<sup>1</sup>ácidos graxos monoinsaturados.

Os ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 6 (AGP  $\omega$ -6) identificados no presente estudo foram os ácidos linoléico e araquidônico. Contata-se pela Tabela 7, que os ovos convencionais apresentaram médias significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) de ácidos linoléico, araquidônico e AGP  $\omega$ -6 total (linoléico + araquidônico) em comparação com os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

Os resultados observados no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Carvalho (2006) que ao investigar a modificação dos níveis de ácidos graxos de gemas de ovos comerciais, verificou que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente menores dos ácidos linoléico e araquidônico, quando comparados aos ovos

convencionais. Pesquisas mostram que os ácidos graxos essenciais, linoléico ( $\omega$ -6) e alfa-linolênico ( $\omega$ -3), são controlados pelas mesmas enzimas *desaturases* e *elongases*. Tal fato promove a competição entre séries ômega 6 e 3, de modo que a ingestão em excesso de AGP  $\omega$ -3 limita a conversão dos AGP  $\omega$ -6 no organismo animal e vice e versa (GAO e CHARTER, 2000).

Ao compararem o teor lipídico de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, Gao e Charter (2000) e Mazalli (2006), verificaram valores significativamente menores de ácido araquidônico para os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 quando comparado aos convencionais. Estudos mostram que a maior disponibilidade de AGP  $\omega$ -3 na dieta reduz os teores de ácido araquidônico tanto devido à inibição do seu catabolismo quanto à formação deste ácido a partir do ácido linoléico (RAES et al., 2002).

**Tabela 7.** Níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -6 da gema (mg/100g de gema) de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Ácido graxo	Sigla	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
Linoléico	C18:2	9210 <sup>a</sup>	5260 <sup>b</sup>
Araquidônico	C20:4	390 <sup>a</sup>	250 <sup>b</sup>
AGP $\omega$ -6 <sup>1</sup> total		9600 <sup>a</sup>	5510 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

<sup>1</sup>ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 6.

Os ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3 (AGP  $\omega$ -3) identificados no presente estudo foram os ácidos alfa-linolênico, eicosapentaenóico (EPA) e docosahexanóico (DHA). Contata-se pela Tabela 8, que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) de ácidos alfa-linolênico, EPA, DHA e AGP  $\omega$ -3 total (alfa-linolênico + EPA + DHA).

Os resultados encontrados no presente estudo são semelhantes ao reportado por Van Elswyk (1997) que ao investigar a modificação do teor de ácidos graxos de gemas de ovos comerciais, observou que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 obtiveram médias significativamente maiores alfa-linolênico, EPA, DHA e AGP  $\omega$ -3 total quando comparado aos ovos convencionais.

O ácido alfa-linolênico é um ácido graxo essencial que ao passar por sucessivas dessaturações e alongamentos é convertido em EPA e DHA (LESKANICH e NOBLE, 2000). Esta conversão é influenciada por vários fatores e diferirem entre as espécies. Aves domésticas são ótimos conversores de alfa-linolênico em EPA e DHA, todavia, humanos não são; pesquisas mostram que a taxas de conversão em humanos é inferior a 6%, enquanto que em aves este valor pode chegar a 30% (KROMHOUT et al. 1985; MORRIS, 2003).

As médias de alfa-linolênico, EPA, DHA dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 observadas no presente estudo (Tabela 6) estão próximas às necessidades diárias estimadas para homens adultos, 1650mg/dia para alfa-linolênico, 110 a 240mg/dia para EPA e DHA (MORRIS, 2003). Estes resultados corroboram com Simopoulos (2000) que relata que ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 possuem quantidades expressivas de ácidos alfa-linolênico, EPA e DHA.

Com relação aos ovos convencionais, os resultados observados estão de acordo com Seibel e Souza-Soares (2002) que comentam que o ovo convencional é naturalmente deficiente em alfa-linolênico (700mg/100g de gema) e DHA ( $< 50$  mg/100g de gema) e não possui EPA em sua composição (TACO, 2004).

Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram médias de AGP  $\omega$ -3 total (alfa-linolênico + EPA + DHA) 41,0% superior aos ovos convencionais (Tabela 8). Estes resultados

corroboram com Grobas e Mateos (1993) que comentam que a composição de ácidos graxos poliinsaturados da gema do ovo é influenciada pela dieta da ave.

**Tabela 8.** Níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -3 da gema (mg/100g de gema) de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Ácido graxo	Sigla	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
Alfa-linolênico	C18:3	880 <sup>b</sup>	1618 <sup>a</sup>
Eicosapentaenóico (EPA)	C20:5	NI <sup>2</sup>	45
Docosahexanóico (DHA)	C22:6	47 <sup>b</sup>	176 <sup>a</sup>
AGP $\omega$ -3 <sup>1</sup> total		927 <sup>b</sup>	1839 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

<sup>1</sup>ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3.

<sup>2</sup>não identificado.

#### 4.1.4 Relação $\omega$ -6/ $\omega$ -3

A relação entre os teores totais dos ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 ( $\omega$ -6/ $\omega$ -3) dos ovos convencionais foi significativamente superior ( $P < 0,05$ ) aos dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (Tabela 9).

A ingestão adequada da relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 é fundamental para que haja um balanço correto na cadeia de transformação dos ácidos graxos essenciais, pois assim, a concentração de uma série de AGP não prejudica o metabolismo da outra (SIMOPOULOS, 2000). No entanto, ainda não foi estabelecido um padrão ideal para o consumo desta relação por humanos. O *Department of Health* (1994) da Inglaterra recomenda o consumo de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 no máximo 4:1, enquanto Schaefer (2003) relata que esta relação pode alcançar proporções de até 10:1 sem que ocorram grandes prejuízos a saúde humana. De acordo com os relatos destes autores, as relações de  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 encontrados no presente estudo (10,36 e 3,00 para ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, respectivamente) são consideradas satisfatórias.

Mazalli (2006) ao comparar os níveis de ácidos graxos de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 observou médias de relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 bem próximas ao observado no presente estudo (9,3 e 3,2 para ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, respectivamente). Segundo o mesmo autor a razão para a baixa relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 ocorreu em virtude da alta concentração de AGP  $\omega$ -3 na dieta das poedeiras.

**Tabela 9.** Níveis e relação  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 da gema (mg/100g de gema) de ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Relação entre $\omega$ -6/ $\omega$ -3	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
AGP $\omega$ -6 <sup>1</sup> total	9600 <sup>a</sup>	5510 <sup>b</sup>
AGP $\omega$ -3 <sup>2</sup> total	927 <sup>b</sup>	1839 <sup>a</sup>
$\omega$ -6/ $\omega$ -3 <sup>3</sup>	10,36 <sup>a</sup>	3,00 <sup>b</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

<sup>1</sup>ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 6.

<sup>2</sup>ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3.

<sup>3</sup>relação entre os teores totais entre ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 6 e de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega - 3.

#### 4.1.5 Relação entre ácidos graxos poliinsaturados/saturados (P/S).

Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S) entre os tratamentos estudados (Tabela 10). Tal fato pode ser explicado através do comportamento destes ácidos na composição da gema dos ovos. A maior concentração de AGP total carregada pelo aumento dos níveis de AGP  $\omega$ -3, teve um efeito negativo sobre o teor de AGS total, concordando com a literatura que relata que a variação dos níveis de AGS na gema dos ovos está relacionada com a substituição destes pelos AGP  $\omega$ -3 ingeridos na dieta (MOURTHÉ et al., 2005).

A importância da relação P/S está relacionada à digestibilidade dos ácidos graxos, pois quanto maior o tamanho e número de insaturações em uma cadeia carbônica, maior será o coeficiente de absorção destes lipídios (BOBBIO e BOBBIO, 1992). As relações médias de P/S encontrados para ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 (0,93 e 1,10; respectivamente) estão próximas da relação ideal descrita por Raghuram (1995) de 0,80 a 1,00. Estes resultados evidenciam que ovos comerciais são excelente fonte de gordura dietética.

Resultados semelhantes ao verificado no presente estudo foram observados por Farrel (1998) que ao estudar a modificação do teor de ácidos graxos da gema de ovos comerciais, não observou diferença significativa entre P/S dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

**Tabela 10.** Níveis e relação P/S ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

Relação	Convencionais	Enriquecidos com $\omega$ -3
AGP total <sup>1</sup>	10527 <sup>a</sup>	7349 <sup>a</sup>
AGS total <sup>2</sup>	8740 <sup>a</sup>	6640 <sup>b</sup>
P/S <sup>3</sup>	0,93 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>

Médias seguidas de mesma letra entre colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo Teste F.

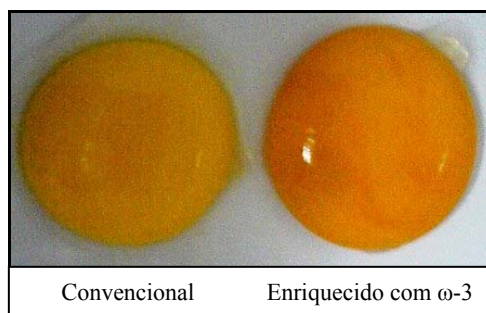
<sup>1</sup>somatório dos ácidos linoléico, araquidônico, alfa-linolênico, EPA e DHA; <sup>2</sup>somatório dos ácidos mirístico, palmítico e esteárico; <sup>3</sup>relação entre teores totais entre ácidos graxos poliinsaturados e de ácidos graxos saturados

## 4.2 Experimento 2

No experimento 2, a temperatura e a umidade relativa do ar eram verificadas diariamente, sendo as médias encontradas durante o experimental foram de 29°C e 85% UR para a estocagem em temperatura ambiente e 5°C e 43% UR para o armazenamento refrigerado.

### 4.2.1 Alteração da intensidade de coloração da gema

Foi observado no Experimento 2 que os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram gema mais pigmentada que os ovos convencionais (Figura 6). Segundo a escala colorimétrica utilizada (DSM<sup>®</sup>, antiga Roche), o escore de intensidade de pigmentação da gema dos ovos enriquecidos foi 11, enquanto que para os ovos convencionais o valor observado foi 7,0 (Figura 7).



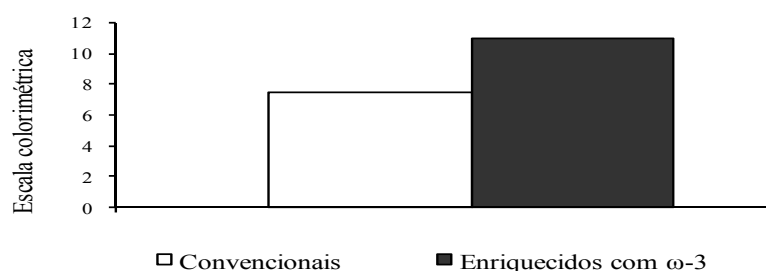
**Figura 6.** Pigmentação da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.

A intensidade de pigmentação da gema não é indicativa de qualidade nutricional, mas sim do aspecto visual do ovo, fator determinante para aceitabilidade do produto pelo consumidor (SEIBEL, 2005). A cor da gema pode variar do amarelo-claro ao laranja, em uma escala colorimétrica de 1 a 15, de acordo com o tipo de alimentação da galinha (VUILLEMIER, 1969; SEIBEL, 2005).

A preferência do consumidor pela coloração da gema varia de acordo com a região estudada. Consumidores americanos preferem gemas com escala de cor em torno de 7 a 10, já em países europeus e asiáticos a predileção é por valores mais altos, de 10 a 14 (GALOBART et al., 2004). Todavia, com relação ao Brasil, apenas foi observado na literatura pesquisada, que os brasileiros têm preferência por gema de coloração mais intensa, no entanto, não foram encontrados trabalhos que escalonasse esta predileção.

Algas marinhas, um dos ingredientes utilizados para “enriquecimento” com AGP  $\omega$ -3 dos ovos analisados neste experimento, são fontes naturais de carotenóides, principalmente cataxantinas e beta-caroteno. Sua utilização em rações de postura promove uma maior pigmentação da gema de ovos comerciais (BRIZ, 1997). Herber-Mcneill e Van Elswyk (1998) e Fredriksson et al. (2006) ao investigarem o efeito da incorporação de algas marinhas na ração de poedeiras comerciais, verificaram que os ovos das aves alimentadas com microalgas apresentaram gema com coloração mais intensa que os ovos do tratamento controle (convencionais).

Os resultados observados no presente estudo são semelhantes aos reportados por Carvalho et al. (2006) que estudaram o efeito de adição de fontes marinhas de carotenóides na dieta de poedeiras comerciais, verificando que os ovos das aves alimentadas com alga e óleo de salmão (ovos enriquecidos com  $\omega$ -3) apresentavam gema mais pigmentada do que ovos convencionais. Entretanto, discordam de Piber Neto (2006) que em experimento análogo, não observou diferença significativa entre a intensidade de pigmentação da gema nos dois tipos de ovos supracitados.



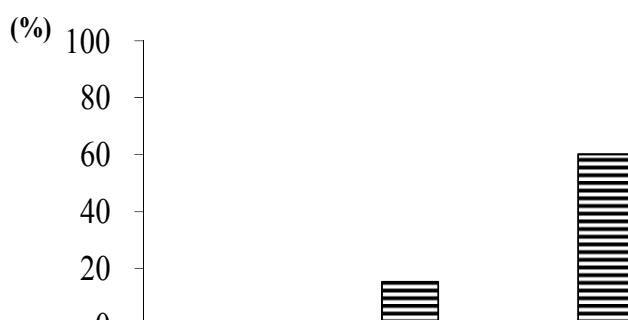
**Figura 7.** Comparação entre as médias de pigmentação da gema de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3, segundo a escala colorimétrica DSM<sup>®</sup>.

#### 4.2.2 Ocorrência de manchas na gema

Com o decorrer do armazenamento foi verificado o aparecimento de manchas escuras na gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 (Figura 7). No entanto, o número de ovos com gemas manchadas variou de acordo com a temperatura e o período de armazenamento. A primeira observação deste fenômeno ocorreu aos sete dias de estocagem à 29°C, enquanto que a 5°C o fato só foi observado após 14 dias. Ao final do período experimental, aos 21 dias de armazenamento, foi verificado que 90% dos ovos mantidos a 29°C e 80% dos ovos armazenados a 5°C apresentaram gemas manchadas (Figura 8). Pesquisas mostram que a incidência de manchas na gema pode estar relacionada ao armazenamento prolongado dos ovos devido à degeneração da membrana vitelínica e a alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados nesta estrutura, uma vez que estes lipídios são facilmente oxidados em virtude do tamanho e do número duplas ligações em sua cadeia (TARKO e MUSZYNSKI, 2006; RECH et al., 2008). Entretanto, são necessários maiores estudos para elucidar esta questão.



**Figura 8.** Presença de manchas na gema de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 acondicionadas em placas de Petri.



**Figura 9.** Percentual de gemas manchadas em ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 durante o armazenamento a 29 e 5°C.

## 5 CONCLUSÃO

Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 registraram níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -3 maiores do que os ovos convencionais e relações entre ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 e entre ácidos graxos poliinsaturados/saturados próximas ao estimado para o consumo humano, sendo desta forma, uma excelente alternativa de alimento para os consumidores preocupados em ingerir dietas mais saudáveis.

A gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é mais pigmentada do que a de ovos convencionais.

O armazenamento em diferentes temperaturas promoveu o aparecimento de manchas nas gemas dos ovos enriquecidos  $\omega$ -3.

Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram boas características de qualidade interna e externa, apesar do menor peso e índice de gema quando comparado aos ovos convencionais.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SULTAN, S.I. Effect of dietary fish oil on production traits and lipid composition of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.8, p.586-588, 2005
- BAHR, J.M.; JOHNSON, P.A. 1991. Reproduction in poultry. In: Cupps PT (Ed.). **Reproduction in domestic animals**. 3rd ed. New York: Academic Press, 1991. p. 555-575.
- BANG, H.O.; DYERBERG, J. Plasma lipids and lipoproteins in Greenlandic west coast Eskimos. **Acta Medica Scandinavica**, v.192, p. 85-94, 1972.
- BASMACOGLU, H.; CABUK, M.; ÜNAL, K.; ÖZKAN, K.; AKKAN, S.; YALCN, H. Effects of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. **South African Journal of Animal Science**, v. 33, n. 4, p. 266-273, 2003.
- BAUTISTA, O.J. **Polyunsaturated fatty acid metabolism in broiler chickens: effects of maternal diet**, 2008. 145p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Oregon State University, 2008.
- BENITES, C.I. Processamento do ovo por desidratação. In: SOUZA-SOARES E SIEWERDT (Orgs). **Aves e Ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. p. 111-120.
- BERTECHINI, A.G. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo. IN: CONFERÊNCIA APINCO, 2003, **Anais...** APINCO 2003, p.19.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J. de. Ácidos Graxos e Colesterol na Alimentação Humana. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.1, p.5-14, 2005.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Resolução CIPOA n° 005, de 19 de novembro de 1991. Diário Oficial da república Federativa do Brasil n° 78. Brasília, 1991.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Executiva. Rede Interagencial de Informações para a Saúde. Indicadores e dados básicos para a saúde. Disponível em: <http://www.tabenet.datasus.gov.br/cgi/idb2000/matriz.htm> Acesso dia 12/05/2008.
- BRIZ, R.C. Ovos com teores mais elevados de ácidos graxos ômega 3. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 7, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1997, p.153-193.
- BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ZONTA, E.P.; ROLL, V.F.B. Efeito dos níveis de óleo e proteína da dieta sobre a qualidade interna de ovos em diferentes condições e tempo de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p. 187-190, 1998.



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

CARVALHO, P.R. de. **Influência da adição de fontes ricas em PUFAs n-3 na dieta de galinhas sobre a composição lipídica do ovo**, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARVALHO, P.R.; PITA, M.C.G.; PIBER NETO, E.; MIRANDOLA, R.M.S.; MENDONÇA JUNIOR, C.X. Influência da adição de fontes marinhas de carotenóides à dieta de galinhas poedeiras na pigmentação da gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 43; n. 5, p. 654-663, 2006.

CHERIAN, G.; SIM, J.S. Effect of feeding full fat flax and canola seeds to laying hens on the fatty acid composition of eggs, embryos, and newly hatched chicks. **Poultry Science**, 70: 917-922, 1991.

CRUICKSHANK, E.M. Studies in fat metabolism in the fow as affected by the ingestion of fats. **Biochemistry Journal**, v.28, p.965-977, 1934.

DEPARTMENT OF HEALTH. [2003]. Report on Health and Social Subjects n° 46. **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease**. HMSO, London, 1994, 178p.

EBEID, T.; EID, Y.; SALEH, A.; EL-HAMID, H. Ovarian follicular development, lipid peroxidation, antioxidative status and immune response in laying hens fed fish oil-supplemented diets to produce n-3-enriched eggs. *Animal*, v.1, n.2, p. 84-91, 2008.

FARREL, D.J. Enrichment of hens eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, p.538-544, 1998.

FERREIRA, D.F. Sisvar 4.3. 2003. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/danielff/sisvar>>. Acesso em 10/01/2006.

FOLCH, J., LESS, M., STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p.497-509, 1957.

FREDRIKSSON, S.; ELWINGER K.; PICKOVA J. Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. **Food Chemistry**, v. 99, n. 3, p. 530-537, 2006.

GALOBART, J.; SALA, R.; RINCO´N-CARRUYO, X.; MANZANILLA, E.G.; VILA, B.; GASA, J. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, v. 13, p. 328-334, 2004.

GAO, Y.C.; CHARTER, E.A. Nutritionally important fatty acids in hen egg yolks from different sources. **Poultry Science**. v. 79, p. 921-924, 2000.

GONZALEZ, E.R.; LEESON, S. Studies on the metabolize energy content of ground full-fat flaxseed fed in mash, pellet, and crumble diets assayed with birds of different ages. **Poultry Science**. v.79, p.1597-1602, 2000.

GROBAS, S.; MATEOS, G.G. Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 12., 1996, Madrid. Avances em nutrición y alimentación animal. Madrid: Fedna, p.219-244, 2000.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. **Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids.** Londres: Laboratory Practice, v. 22, p. 475-476, 1973.

HERBER-MCNEILL, S.M.; VAN ELSWYK, M.E. Dietary marine algae maintains egg consumer acceptability while enhancing yolk color. **Poultry Science.** v. 77, p. 493-96, 1998.

HUNTER, B.J.; ROBERTS, D.C.K. Potencial impact of the fat composition of farmed fish on human health. **Nutrion Research,** v.20, p. 1047-7058, 2000.

KIM, J.H.; HWANGBO, J.; CHOI, N.-J.; PARK, H.G.; YOON, D.-H; PARK, E.-W.; LEE, S.-H.; PARK, B.-K.; KIM, Y.J. Effect of dietary supplementation with conjugated linoleic acid, with oleic, linoleic, or linolenic acid, on egg quality characteristics and fat accumulation in the egg yolk. **Poultry Science.** v.86, n.6, p.1180-1186, 2007.

KINSELLA, J.E. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **American Journal of Clinical Nutrition,** v.52, p.1-28, 1990.

KROMHOUT, D.; BOSSCHIETER, E.B.; COULANDER, C.J. The inverse relation between fish consumption and 20 year mortality from coronary heart disease. **The New England Journal of Medicine,** v.312, n.19, p.156-161, 1985.

LESKANICH, C.O.; NOBLE, R.C. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. **World's Poultry Science Journal,** v.53, p.155-183, 1997.

LEWIS, N.M.; SEBURG, S.; FLANAGAN, N.L. Enriched eggs n-3 as a source of polyunsaturated fatty acid for humans. **Poultry Science,** v.79, n.7, p.971-974, 2000.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica Agroindustrial. Revalorización Alimentaria de La producción agrícola.** Zaragoza: Acribia. p.143-163. 1996.

MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J., CRISTHOPHER, E.; JABLONSKA, S.; SALMOHOFER, W.; SCHILL, W.B.; KRAMER, H.J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. Omega-3 fatty acid-based lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. **Journal of the American Academy of Dermatology,** v.38, p.421, 1998.

MAZALLI, M.R.; FARIA D.E.; SALVADOR D.; ITO D.T. Comparison of the feeding value of different sources of fats for laying hens. 1: Performance characteristics. **Journal of Applied of Poultry Research.** v. 13, n. 2, p. 274-279, 2004.

MAZALLI, M.R. **Efeito do processamento térmico e tempo de estocagem na formação de óxidos de colesterol e na alteração da composição de ácidos graxos em ovos.** 2006. 162p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade de Campinas, São Paulo, 2006.

McNAMARA, D. J.; KOLB, R.; PARKER, T. S.; BATWIN, H.; SAMUEL, P.; BROWN, C. D.; AHRENS, E. H. Heterogeneity of cholesterol homeostasis in man: Response to changes in dietary fat quality and cholesterol quantity. **The Journal of Clinical Investigation**, v.79, p.1729-1739, 1987.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Replacing fish oil with marine algae to enrich chicken eggs with n-3 PUFA. Effects on quality traits [PolyUnsaturated Fatty Acids]. **Proceedings of the ASPA Congress Recent Progress in Animal Production Science**. v. 2 p. 433-435, 2001.

MENDONÇA JR., C.X. Produção de ovos especiais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 5., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Goiânia de Avicultura, 2002. p.97-100.

MOREIRA, A.B.; VISENTAINER, J.V.; de SOUZA, N.; MATSUSHITA, M. Fatty Acids Profile and Cholesterol Contents of Three Brazilian *Brycon* Freshwater Fishes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.565-574, 2001.

MORI, A.V. **Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 em ovos**. 2001, 162f. Tese (Doutorado em Clínica Médica) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MORRIS, D.H. The novel egg: Opportunities for flax in omega-3 egg production. Winnipeg: **Flax Council of Canada**. 2003. 13p. Disponível em: <http://www.flaxcouncil.ca/english/pdf/novelegg.pdf>. Acesso dia: 08/05/2008.

MOURTHÉ, K.; MARTINS, R.T.; AFONSO, R.J.C.F. Comparação do teor dos principais ácidos graxos de ovos comerciais e ovos enriquecidos com ácidos graxos polinsaturados ômega-3. **Revista Higiene Alimentar**. v.19, n.136, p. 32-35, 2005.

MURAMATSU, K.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; JARDIM FILHO, R. M.; ANDRADE, L.; GODOI, F. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 27, no. 1, p. 43-48, 2005.

NABER, E. C. Nutrient and drug effects cholesterol metabolism in the laying hen. **Federation Proceeding**, v.42, p.2486-2494, 1983.

NASH, D.M.; HAMILTON, R.M.G.; HULAN, H.W. The effect of dietary herring meal on the omega-3 fatty acid content of plasma and egg yolk lipids of laying hens. **Canadian Journal of Animal Science**. v.75, n.2, p.247-253, 1995.

NOBLE, R. C.; COCCHI, M.; TURCHETTO, E. Egg fat-a case for concern? **World's Poultry Science Journal**, v.46, p.109-118, 1990.

NOBLE R.C.; COCCHI, M. Lipid metabolism and the neonatal chicken. **Prog. Lipid Res.** v. 29, p. 107-140, 1991.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA) E UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP), Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, Campinas - SP, 2004. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>. Acesso dia: 04/05/2008.

OLIVEIRA, B.L.; VALLE, R.H.P.; BRESSAN, M.C.; CARVALHO E.P. de. **Tecnologia de Ovos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 75p.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixe e alga marinha como fontes de ácidos graxos poliinsaturados omega-3 em rações de galinhas**, 2006. 61p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PITA, M.C.G. **Fontes marinhas e vegetais de PUFA's na dieta de galinhas poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos**, 2007. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RAES, K.; HUYGHEBAERT, G.; DE SMET, S.; NOLLET, L.; ARNOUITS, S.; DEMEYER, D. The deposition of conjugated linoleic acid in eggs of laying hens fed diets varying in fat level and fatty acid profile. **Journal of Nutrition**, 132:182-189, 2002.

RAGHURAM, T.C. Diet in Diabetes with Heart Disease. **International Journal of Diabetes Developing Countries**, v. 15, p. 123-126, 1995.

RECH, O.A. **Controlando a qualidade de gema de ovos comerciais**. Artigos Técnicos. Universidade Uniquímica. Disponível em: [http://avicultura.com.pt/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=23&id=94&Itemid=159](http://avicultura.com.pt/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=23&id=94&Itemid=159). Acesso dia 04/10/2008.

ROMANOFF, A.L.; ROMANOFF, A.J. **The avian egg**. New York: John Wiley, 1949. 918 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

SANTOS, P.A.; LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; RABELLO, C.B.; ARRUDA, K.G.A.; SILVA, Q.J.; GUIMARAES, A. A. S. Caracterização cromática das gemas dos ovos de poedeiras alimentadas com ração contendo farelo de goiaba. In: VII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE, 2007, Recife. **Anais ...**, 2007. Acesso dia: 24/03/2008, disponível em: <http://www.adtevento.com.br/jepex/cdrom/resumos/R0552-2.pdf>

SCHAEFER, E.J. Lipoproteins, nutrition and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, p. 191-212, 2002.

SEIBEL, N.F. Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo: uma revisão. In: SOUZA-SOARES E SIEWERDT (Orgs). **Aves e Ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005. p. 77-90.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Lipídios do Ovo. **Óleos e grãos**. v. 10, n. 64, p. 18-21, 2002.

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

SIMOPOULOS, A.P. Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v.79, p. 961-970, 2000.

SOLOMON, S.E. **Egg and eggshell quality**. London: Wolfe Publishing Ltd, 1991. 149p.

SOUZA, J.G. de. **Desempenho zootécnico e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais submetidas a dietas com óleo de linhaça**, Areia, PA: UFPB, 2007. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, 2007.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. Food Products Press, New York/London. 1995. 323p.

TARKO, T.; MUSZYNSKI, T. Influence of selected additives on colour stability of alcoholic egg liqueurs. **Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria**, v.5, n.1, p.47-60, 2006.

USDA. United States Department of Agriculture. **Egg grading manual**. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/poultry/pdfs/EggGrading%20manual.pdf>> Acesso em 12 abril 2007.

VAN ELSWYK, M.E. Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: A review. **British Journal of Nutrition**. v.78, p.61-69, 1997.

VAN ELSWYK, M.E.; SAMS, A.R.; HARGIS, P.S. Composition, functionality and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary Menhaden oil. **Journal of Food Science**, v.57, n.2, p.342-344, 1992.

VASCONCELLOS, H. Cardioeggs: referência de ovo enriquecido. **Informativo do Aviário Santo Antônio**, v.5, n. 67, 2004.

VUILLEMIER, J.P. The yolk colour fan - An instrument for measuring yolk color. **Poultry Science**, v.48, p. 767-779, 1969.

WALZEM, R.L.; HANSEN, R.J.; WILLIAMS, D.L.; HAMILTON, R.L. Estrogen induction of VLDL assembly in egg-laying hens. **Journal of Nutrition**, v.129, p.467S-472S, 1999.

WATKINS, B.A. CLA alters the fatty acid composition and physical properties of egg yolk and albumen. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.6870-6876, 2003.

WHITEHEAD, C.C.; BOWMAN, A.S.; GRIFFIN, H.D. Regulation of plasma oestrogens by dietary fats in the laying hen: Relationships with egg weight. **British Poultry Science**, v.34, p. 999-1010, 1993.

WILEY, J.; SONS. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In: SWERN, D. Ed. **Structure and composition of fats and oils**. v.1, 1979. 841p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cardiovascular disease: prevention and control**. Disponível em: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/cvd/en/>. Acesso dia 12/05/2008.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 registraram níveis de ácidos graxos poliinsaturados da série  $\omega$ -3 maiores do que os ovos convencionais e relações entre ácidos graxos poliinsaturados das séries  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 e entre ácidos graxos poliinsaturados/saturados próximas ao estimado para o consumo humano, sendo desta forma, uma excelente alternativa de alimento para os consumidores preocupados em ingerir dietas mais saudáveis.

Os ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 apresentaram boa qualidade interna, no entanto, para que esta seja preservada é necessário armazenar os ovos em ambiente refrigerado.

A qualidade externa dos ovos convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3 não foi influenciada pelo armazenamento em diferentes temperaturas.

As altas temperaturas registradas durante a época mais quente do ano afetou negativamente os aspectos de qualidade interna e externa dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

A gema dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3 é mais pigmentada do que a de ovos convencionais.

O armazenamento em diferentes temperaturas promoveu o aparecimento de manchas nas gemas dos ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.

## ANEXOS

### Anexo A – Listagem de temperaturas registradas durante os experimentos.

Temperaturas máximas e mínimas registradas no município de Seropédica durante o período experimental realizado em agosto de 2006.

Dia	Máxima (° C)	Mínima (° C)
1	36,0	22,8
2	29,0	18,4
3	33,4	21,0
4	34,2	21,7
5	34,5	21,8
6	36,6	21,6
7	33,9	24,6
8	29,0	21,5
9	29,0	18,8
10	30,0	17,6
11	27,0	16,5
12	25,4	16,5
13	29,9	21,1
14	25,5	20,9
15	30,2	21,1
16	33,2	19,0
17	33,0	22,5
18	24,1	21,2
19	21,0	19,7
20	22,4	19,3
21	26,3	20,8
Média	29,7	20,4
Mínima	21,0	16,5
Máxima	36,6	24,6

Temperaturas mínimas e máximas registradas durante o inverno e verão em Marília, SP.

	Mínimas (° C)	Máximas (° C)	Médias (° C)
Inverno	17,7	27,1	22,4
Verão	23,8	33,4	28,6



Temperaturas máximas e mínimas de registradas no município de Seropédica durante o período experimental realizado em março de 2008.

Dia	Máxima (° C)	Mínima (° C)
1	32,0	25,9
2	34,8	24,6
3	34,4	25,1
4	35,0	23,5
5	36,5	21,8
6	35,0	21,6
7	34,5	24,6
8	34,9	21,5
9	35,0	27,0
10	37,0	27,6
11	37,1	26,5
12	38,5	26,5
13	36,0	20,0
14	38,2	21,1
15	40,3	20,9
16	37,0	21,1
17	31,5	21,0
18	31,3	22,5
19	32,0	21,2
20	33,0	23,4
21	35,0	20,8
Média	35,1	23,2
Mínima	40,3	27,6
Máxima	31,3	20,0

**Anexo B – Análise de variância das variáveis do estudo sobre a influência da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade de ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.**

Variável analisada: Peso dos ovos (g)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	441,80	441,80	0,0330
Temperatura (T)	1	2,4500	2,4500	0,7003
Armazenamento (A)	3	194,50	64,833	0,0025
TO x T x A	15	5,0500	1,6833	0,2015
TO x T	3	18,050	18,050	0,7197
TO x A	7	1067,7	355,90	0,0063
T x A	3	1008,7	3,2855	0,0021
Erro	286	108,65	3,8255	
Total Corrigido	319	2738,20		
CV (%) =	2,73			
Média geral:	66,43	Número de observações:		320

Variável analisada: Unidade Haugh

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	244,7756	244,7756	0,0632
Temperatura (T)	1	16833,79	16833,78	0,0039
Armazenamento (A)	3	5215,933	5215,933	0,0021
TO x T x A	15	166,7955	166,7955	0,2764
TO x T	3	500,3866	48,24123	0,5405
TO x A	7	48,24612	3078,214	0,9332
T x A	3	55,78348	128,1693	0,0016
Erro	286	9234,643		
Total Corrigido	319	61021,80		
CV (%) =	13,74			
Média geral:	47,69	Número de observações:		320

Variável analisada: Índice de Gema

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	0,0247	0,02475	0,0789
Temperatura (T)	1	0,4212	0,42127	0,0025
Armazenamento (A)	3	0,0201	0,00669	0,0008
TO x T x A	15	0,0077	0,00304	0,0354
TO x T	3	0,0504	0,00770	0,0073
TO x A	7	0,2346	0,00168	0,1875
T x A	3	0,0149	0,07822	0,0002
Erro	286	0,0010	0,00103	
Total Corrigido	319			
CV (%) =	9,30			
Média geral:	0,35	Número de observações:		320

Variável analisada: pH do albúmen

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	0,0616	0,0616	0,3330
Temperatura (T)	1	0,6502	0,6502	0,0020
Armazenamento (A)	3	13,368	4,4562	0,0009
TO x T x A	15	0,5259	0,1753	0,4890
TO x T	3	0,0081	0,0081	0,7249
TO x A	7	0,3464	0,1154	0,1559
T x A	3	0,9862	0,3287	0,0024
Erro	286	9,4058	0,0653	
Total Corrigido	319			
CV (%) =	2,88			
Média geral:	8,86	Número de observações:		320

Variável analisada: pH da gema

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	0,00915	0,00915	0,8719
Temperatura (T)	1	0,21389	0,21389	0,0035
Armazenamento (A)	3	47,9109	15,9703	0,0436
TO x T x A	15	1,23178	0,41059	0,3230
TO x T	3	0,02048	0,02048	0,8094
TO x A	7	1,29529	0,43176	0,3006
T x A	3	1,78292	0,59431	0,0497
Erro	286	50,4896	0,35062	
Total Corrigido	319			
CV (%) =	10,30			
Média geral:	5,75	Número de observações:		320

Variável analisada: Peso da casca (g)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	0,0915	0,0915	0,8719
Temperatura (T)	1	0,2138	0,2138	0,0035
Armazenamento (A)	3	47,911	15,970	0,0436
TO x T x A	15	1,2317	0,4106	0,3230
TO x T	3	0,0205	0,0205	0,8094
TO x A	7	1,2953	0,4317	0,3006
T x A	3	1,7829	0,5943	0,0497
Erro	286	50,489	0,3506	
Total Corrigido	319			
CV (%) =	11,10			
Média geral:	6,73	Número de observações:		320

Variável analisada: Percentual de casca (%)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	1,7155	1,7155	0,2540
Temperatura (T)	1	0,0991	0,0991	0,7838
Armazenamento (A)	3	29,632	9,8774	0,0505
TO x T x A	15	0,1319	0,0439	0,9943
TO x T	3	0,4537	0,4537	0,5572
TO x A	7	31,651	10,551	0,0509
T x A	3	31,654	10,551	0,8794
Erro	286	403,31	1,3137	
Total Corrigido	319	466,99		
CV (%) =	11,30			
Média geral:	10,15	Número de observações:		320

Variável analisada: Espessura da Casca (mm)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo (TO)	1	0,0021	0,0021	0,3402
Temperatura (T)	1	0,0001	0,0001	0,8257
Armazenamento (A)	3	0,0093	0,0031	0,0520
TO x T x A	15	0,0012	0,0004	0,1722
TO x T	3	0,0002	0,0002	0,3402
TO x A	7	0,0012	0,0039	0,1660
T x A	3	0,0012	0,0039	0,1990
Erro	286	0,0711	0,0002	
Total Corrigido	319	0,0831		
CV (%) =	3,79			
Média geral:	0,401	Número de observações:		320

**Anexo C – Análise de variância das variáveis do estudo sobre a influência da estação do ano e do armazenamento sobre a qualidade de ovos enriquecidos com  $\omega$ -3.**

Variável analisada: Peso do ovo (g)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Estacao (E)	1	189,20	186,20	0,0007
Armazenamento (A)	3	181,36	60,454	0,0012
E x A	5	46,002	15,334	0,1836
Erro	176	523,87	9,1762	
Total Corrigido	239	930,43		
CV (%) =	4,83			
Média geral:	62,69	Número de observações:		240

Variável analisada: Unidade Haugh

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Estacao (E)	1	9234,4892	9234,4892	0,036
Armazenamento (A)	3	2872,8598	957,61996	0,027
E x A	5	565,5515	188,5172	0,3797
Erro	176	10099,73	180,3523	
Total Corrigido	239	22772,72		
CV (%) =	10,38			
Média geral:	46,08	Número de observações:		240

Variável analisada: Índice de gema

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Estacao (E)	1	0,0612	0,0612	0,0240
Armazenamento (A)	3	0,0301	0,0102	0,0143
E x A	5	0,0070	0,0023	0,4556
Erro	176	0,1584	0,0027	
Total Corrigido	239	0,2471		
CV (%) =	11,31			
Média geral:	0,36	Número de observações:		240

Variável analisada: Espessura da casca (mm)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Estacao (E)	1	0,0025	0,0025	0,0078
Armazenamento (A)	3	0,0043	0,0014	0,0576
E x A	5	0,0036	0,0012	0,1730
Erro	176	0,0183	0,0003	
Total Corrigido	239	0,0288		
CV (%) =	4,56			
Média geral:	0,397	Número de observações:		240

**Anexo D – Análise de variância das variáveis do estudo sobre a comparação entre as características físicas dos ovos comerciais convencionais e enriquecidos com  $\omega$ -3.**

Variável analisada: Peso do ovo (g)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	7,1289	7,1289	0,1826
Erro	240	50,749	3,6249	
Total Corrigido	238	57,878		
CV (%) =	3,01			
Média geral:	63,33	Número de observações:		240

Variável analisada: Espessura da casca (mm)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	0,000025	0,000025	0,8304
Erro	238	0,007350		
Total Corrigido	239	0,007375		
CV (%) =	6,01			
Média geral:	0,381	Número de observações:		240

Variável analisada: Unidade Haugh

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	142,56	142,56	0,1484
Erro	238	853,09	60,93	
Total Corrigido	239	995,65		
CV (%) =	13,14			
Média geral:	59,42	Número de observações:		240

Variável analisada: Índice de gema

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	0,0281	0,0281	0,0041
Erro	238	0,0076	0,0005	
Total Corrigido	239	0,00357		
CV (%) =	6,14			
Média geral:	0,38	Número de observações:		240

Variável analisada: Percentual de gema (%)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	100,40	100,40	0,0075
Erro	238	144,52	10,32	
Total Corrigido	239	244,92		
CV (%) =	10,38			
Média geral:	30,95	Número de observações:		240

Variável analisada: Percentual de casca (%)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	0,4160	0,4160	0,3460
Erro	238	6,1252	0,4375	
Total Corrigido	239	6,5413		
CV (%) =	6,18			
Média geral:	10,71	Número de observações:		240

Variável analisada: Percentual do albúmen (%)

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	87,9844	87,9844	0,0102
Erro	238	139,821	9,98723	
Total Corrigido	239	227,821		
CV (%) =	5,42			
Média geral:	58,36	Número de observações:		240

Variável analisada: Pigmentação da gema

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fr
Tipo	1	36,0000	36,0000	0,0008
Erro	238	5,00000	0,35714	
Total Corrigido	239	41,0000		
CV (%) =	6,83			
Média geral:	8,75	Número de observações:		240