

Influência da classe de peso, temperatura e tempo de armazenamento nas características físicas dos ovos de galinha poedeira

Sara Juliana Correia Alcobia

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientadora: Professora Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford

Júri:

Presidente: Professor Doutor João Pedro Bengala Freire, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Professor Doutor Rui José Branquinho de Bessa, Professor Associado da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa;

Professora Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Professor Doutor André Martinho de Almeida, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Influência da classe de peso, temperatura e tempo de armazenamento nas características físicas dos ovos de galinha poedeira

Sara Juliana Correia Alcobia

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientadora: Professora Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford

Júri:

Presidente: Professor Doutor João Pedro Bengala Freire, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Professor Doutor Rui José Branquinho de Bessa, Professor Associado da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa;

Professora Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Professor Doutor André Martinho de Almeida, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Dedicatória

Aos meus avós, Tita e Júlio.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à Professora Doutora Madalena Lordelo Redford por ter aceitado o cargo de minha Orientadora de Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos, revisão rigorosa desta dissertação e constante disponibilidade.

À Zêzero, por ter disponibilizado os ovos para este trabalho, em especial ao Engenheiro David Henriques, pelo apoio, simpatia e disponibilidade.

À Engenheira Cátia Martins, pela ajuda durante a realização prática deste trabalho e por ter sempre o laboratório disponível.

Um agradecimento muito especial à minha família, em particular aos meus pais, avós e irmã, por acreditarem nas minhas capacidades, me apoiarem de forma incondicional e percorrerem todo este caminho comigo. Agradeço-vos por tudo.

Influência da classe de peso, temperatura e tempo de armazenamento nas características físicas dos ovos de galinha poedeira

Resumo

Este estudo teve como objetivo caracterizar as características físicas de ovos de diferentes classes de peso, S, M e L, armazenados em condições de temperatura diferentes, a 18°C e 5°C, ao longo de 13 semanas. Foram recolhidos 1080 ovos na Zêzero, que foram distribuídos por 6 tratamentos: 540 ovos (180 ovos tipo S, 180 ovos tipo M, 180 ovos tipo L) foram armazenados no frigorífico a uma temperatura de 5°C e os restantes 540 ovos (180 ovos tipo S, 180 ovos tipo M, 180 ovos tipo L) foram armazenados numa sala a uma temperatura constante de 18°C. Analisaram-se diversos parâmetros físicos dos ovos e dos seus componentes, tais como peso do ovo e dos seus constituintes; *shape index* e *shell Index*; classificação das cores da casca e da gema; miragem e determinação da altura da câmara de ar; verificação da presença de defeitos; determinação das unidades Haugh; determinação da viscosidade do albúmen líquido e medição do pH do albúmen e da gema. As características físicas dos ovos analisados no presente trabalho sugerem que existiram de facto algumas diferenças consoante a sua classe de peso, temperatura e tempo de armazenamento. Pelos resultados obtidos, verificou-se que os ovos armazenados a 5°C e com tempo de armazenamento mais reduzido apresentaram um grau de frescura mais elevado. Por outro lado, a classe L foi a que aparentou apresentar qualidade mais elevada. Contudo, os ovos L armazenados a 18°C foram os primeiros a perder a frescura, apresentando características de putrefação, seguindo-se os M e por fim os S. Assim, a seleção não intencional que foi realizada pode ter influenciado de forma preponderante a obtenção destes resultados contraditórios, pois foram maioritariamente analisados os ovos L que apresentavam melhores características físicas em virtude de substituir os que apresentaram características de putrefação.

Palavras-chave: ovo de galinha, peso do ovo, temperatura de armazenamento do ovo, tempo de armazenamento do ovo, qualidade do ovo.

Influence of weight, temperature and storage time on the physical characteristics of egg laying hen

Abstract

The aim of this study was to characterize the physical characteristics of eggs of different weight classes, S, M and L, stored under different temperature conditions, at 18°C and 5°C, over 13 weeks of storage. A total of 1080 eggs were collected in Zêzerovo, distributed in six treatments: 540 eggs (180 eggs type S, 180 eggs type M, 180 eggs type L) were stored in the refrigerator at a temperature of 5°C and the remaining 540 eggs (180 type S eggs, 180 type M eggs, 180 type L eggs) were stored in a room at a constant temperature of 18 ° C. Several physical parameters of the eggs and their components were analyzed, such as egg weight and its constituents weights; *shape index*; *shell index*; classification of shell and yolk colors; mirage and determination of the air cell depth; checking for defects; determination of Haugh units; determination of the viscosity of the liquid albumen and measurement of the pH of the albumen and the yolk.

The physical characteristics of the eggs analyzed in the present study suggest that there were in fact some differences depending on their weight class, temperature and storage times. Based on the results, it was found that the eggs stored at 5°C and with a shorter shelf life showed a higher degree of freshness. From the results obtained, it was verified that the class L was the one that appeared to present higher quality. However, the L eggs stored at 18°C were the first to lose freshness, presenting putrefaction characteristics, followed by the M and finally the S. Thus, the unintended selection that was performed may have influenced in a predominant way the obtaining of these contradictory results, since the L eggs that presented putrefaction characteristics were replaced by those that presented the best physical characteristics.

Key words: chicken egg, weight class, storage temperature, storage time, egg quality.

Índice Geral

Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice Geral.....	vi
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Quadros	ix
Índice de Gráficos	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos	xiii
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica.....	2
2.1. Galinha Poedeira: Denominação, Origem e Domesticação	2
2.1.1. Evolução das Raças de Galinhas Poedeiras	3
2.2. Modos de Produção de galinhas poedeiras.....	5
2.2.1. Produção em gaiolas melhoradas	5
2.2.2. Produção de galinhas em sistemas alternativos	5
2.3. Formação do ovo: gema, clara e casca.....	6
2.3.1. Influência do Fotoperíodo e Regulação Endócrina	8
2.4. Ovo	10
2.4.1. Estrutura e Composição do ovo.....	10
2.4.2. Composição Nutricional do Ovo e a sua importância na alimentação humana	13
2.4.3. Fatores que afetam a produção de ovos	16
2.4.4. Fatores que afetam a qualidade do ovo.....	17
2.5. Parâmetros físicos que avaliam a qualidade do ovo	24
2.6. Identificação do ovo.....	27
2.7. Estado da arte e objetivos	28
3. Materiais e Métodos	30
3.1. Amostragem.....	30
3.2. Análise das Características Físicas dos Ovos	30
3.2.1. Determinação do peso do ovo e dos seus constituintes: gema, albúmen, casca	31
3.2.2. Determinação do diâmetro equatorial e altura do ovo; <i>shape index</i> e <i>shell index</i>	32
3.2.3. Classificação da cor da casca	32
3.2.4. Miragem e determinação da altura da câmara de ar.....	33
3.2.5. Classificação da Cor da Gema	33
3.2.6. Presença de Defeitos	34
3.2.7. Determinação das unidades Haugh.....	34
3.2.8. Determinação da viscosidade do albúmen líquido	35

3.2.9. Determinação do pH do albúmen e da gema.....	35
4. Resultados.....	36
4.1. Peso do ovo e dos seus constituintes.....	37
4.2. <i>Shape index</i> e <i>Shell index</i>	44
4.3. Cor da Casca.....	45
4.4. Altura da Câmara de Ar.....	46
4.5. Cor da Gema.....	47
4.6. Presença de Defeitos.....	48
4.7. Unidades Haugh.....	49
4.8. Viscosidade do albúmen líquido.....	50
4.9. pH do albúmen e da gema.....	52
4.10. Comportamento das características físicas consoante o tempo total de armazenamento.....	55
5. Discussão.....	57
6. Conclusões.....	63
7. Referências Bibliográficas.....	64
8. Anexos.....	71

Índice de Figuras

Figura 1: <i>Gallus gallus</i> (Red Jungle Fowl)	2
Figura 2: <i>Gallus sonnerati</i> (Grey Jungle Fowl).....	2
Figura 3: <i>Gallus varius</i> (Green Jungle Fowl).....	2
Figura 4: <i>Gallus lafayettei</i> (Ceylon Jungle Fowl).....	2
Figura 5: Exemplo da Estirpe Lohmann Brown Classic	4
Figura 6: Representação dos Folículos presentes no ovário da galinha	7
Figura 7: Hormonas envolvidas na ovulação	9
Figura 8: Constituição do Ovo	10
Figura 9: Identificação do ovo para consumo	27
Figura 11: Pesagem da gema com recurso a uma balança analítica.....	31
Figura 10: Pesagem do ovo inteiro com recurso a uma balança analítica.....	31
Figura 12: Escala de Classificação da Cor da Casca	32
Figura 13: Régua utilizada na medição da Altura da Câmara de Ar.....	33
Figura 14: Leque Colorimétrico de Roche.....	33
Figura 15: Mancha de sangue.....	34
Figura 16: Mancha de carne.....	34
Figura 17: Determinação da altura do albúmen espesso.....	34

Índice de Quadros

Quadro 1: Classificação Científica da Galinha doméstica	3
Quadro 2: Dados Produtivos da Estirpe Lohmann Brown Classic	4
Quadro 3: Classificação dos Folículos presentes no ovário consoante o seu tamanho.....	7
Quadro 4: Composição nutricional do ovo inteiro e dos seus constituintes	13
Quadro 5: Percentagem de Fendas presente nas classes de peso S, M e L.	48
Quadro 6: Percentagem de Manchas de Sangue e Manchas de carne presentes nas classes de peso S, M e L.....	48

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Relação entre o peso do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p>0,05$).	37
Gráfico 2: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e o peso, ($p<0,05$).....	37
Gráfico 3: Relação entre o peso do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso, ($p>0,05$).	38
Gráfico 4: Relação entre o peso do ovo inteiro e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento, ($p<0,05$).	38
Gráfico 5: Relação entre a entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p>0,05$).	39
Gráfico 6: Relação entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a sua classe de peso, ($p>0,05$).	39
Gráfico 7: Relação entre a percentagem de gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p>0,05$).	40
Gráfico 8: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a classe de peso do ovo, ($p>0,05$).	40
Gráfico 9: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a classe de peso, ($p<0,05$).	41
Gráfico 10: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p>0,05$).	41
Gráfico 11: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p>0,05$).	42
Gráfico 12: Relação entre a classe de peso do ovo e a percentagem de casca ($p<0,05$).	42
Gráfico 13: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p<0,05$).	43
Gráfico 14: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p<0,05$).	43
Gráfico 15: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p<0,05$)	43
Gráfico 16: Relação entre a classe de peso do ovo e o <i>shape index</i> , ($p<0,05$).....	44
Gráfico 17: Relação entre a classe de peso do ovo e o <i>Shell Index</i> , ($p<0,05$).....	45
Gráfico 18: Relação entre a classe de peso do ovo e a cor da casca, ($p>0,05$).....	45
Gráfico 19: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p>0,05$).....	46

Gráfico 20: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	46
Gráfico 21: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,05$).	47
Gráfico 22: Relação entre a classe de peso do ovo e a cor da gema, ($p < 0,05$).	47
Gráfico 23: Relação entre as unidades Haugh do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p < 0,05$).	49
Gráfico 24: Relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	49
Gráfico 25: Relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,05$).	50
Gráfico 26: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p > 0,05$).	50
Gráfico 27: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	51
Gráfico 28: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,05$).	51
Gráfico 29: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo ($p < 0,05$).	52
Gráfico 30: Relação entre a classe de peso do ovo e o pH do albúmen, ($p < 0,05$).	52
Gráfico 31: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	53
Gráfico 32: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,05$).	53
Gráfico 33: Relação entre o pH da gema e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	54
Gráfico 34: Relação entre a classe de peso do ovo e o pH da gema, ($p > 0,05$).	54
Gráfico 35: Relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,05$).	55
Gráfico 36: Relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,05$).	55
Gráfico 37: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e o peso, ($p < 0,05$).	56
Gráfico 38: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e as unidades Haugh, ($p < 0,05$).	56
Gráfico 39: Relação entre a classe de peso do ovo e percentagem de gema, ($p > 0,05$).	74

Gráfico 40: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de gema, ($p < 0,05$).....	74
Gráfico 41: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de gema, ($p < 0,05$).....	74
Gráfico 42: Relação entre a classe de peso do ovo e a percentagem de albúmen, ($p > 0,05$).	75
Gráfico 43: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de albúmen, ($p < 0,05$).	75
Gráfico 44: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de albúmen, ($p < 0,05$).....	75
Gráfico 45: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p < 0,05$).	76
Gráfico 46: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p < 0,05$).....	76
Gráfico 47: Relação entre a classe de peso do ovo e a altura da câmara de ar, ($p > 0,05$). ...	76
Gráfico 48: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a altura da câmara de ar, ($p < 0,05$).....	77
Gráfico 49: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a altura da câmara de ar, ($p < 0,05$).....	77
Gráfico 50: Relação entre a classe de peso do ovo e as unidades Haugh, ($p > 0,05$).	77
Gráfico 51: Relação entre a temperatura de armazenamento e as Unidades Haugh do ovo, ($p < 0,05$).....	78
Gráfico 52: Relação entre classe de peso e a viscosidade do albúmen líquido do ovo, ($p > 0,05$).....	78
Gráfico 53: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a viscosidade do albúmen líquido, ($p < 0,05$).	78
Gráfico 54: Relação entre o tempo de armazenamento e a viscosidade do albúmen líquido do ovo, ($p < 0,05$).....	79
Gráfico 55: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e o pH do albúmen, ($p < 0,05$).....	79
Gráfico 56: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e o pH do albúmen, ($p < 0,05$).	79
Gráfico 57: Relação entre a temperatura de armazenamento e o pH da gema do ovo, ($p < 0,05$).....	80
Gráfico 58: Relação entre o tempo de armazenamento e o pH da gema do ovo, ($p < 0,05$)...	80
Gráfico 59: Relação entre a classe de peso do ovo e o diâmetro equatorial, ($p < 0,05$).	80
Gráfico 60: Relação entre a classe de peso e a altura do ovo, ($p < 0,05$).	81

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

AHA - American Heart Association

CE – Comissão Europeia

DHA – Ácido Docosaheptaenóico; C22:6n-3

DPA - Ácido Docosapentaenóico; C22:5n-3

EPA - Ácido Eicosapentaenóico; C20:5n-3

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

FSH - Hormona folículoestimulante

GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofina

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

LH - Hormona Luteinizante

MUFA – Ácidos Gordos Monoinsaturados

P(F) – P-value

PUFA – Ácidos Gordos Poliinsaturados

RPM - Rotações por minuto

S – Segundos

SAS - Sistema de Análise Estatística

SFA – Ácidos Gordos Saturados

UE - União Europeia

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

< - Menor

> - Maior

1. Introdução

O ovo tem sido usado em dietas humanas desde os primeiros tempos. Mesmo antes do desenvolvimento da agricultura, os ovos de aves selvagens foram incluídos nas dietas dos povos primitivos. Atualmente, o ovo de galinha é usado em vários ramos da indústria alimentar, como na padaria, pastelaria, fabrico de gelados, massas, molhos, sobremesas e bebidas. Por outro lado, o ovo é também introduzido em alimentos para animais, fins terapêuticos, meios de cultura, serologia, entre outros. No que respeita a parte nutricional do ovo de galinha, este contém todos os aminoácidos essenciais para o ser humano, vitaminas e minerais, além do seu importante valor energético. O ovo é assim consumido no mundo inteiro, pois trata-se de um alimento versátil e saudável, constituindo uma fonte barata de proteína animal que satisfaz as necessidades nutricionais de uma população crescente (Cook & Briggs, 1986) e sem restrições de cariz religioso.

Para a economia do setor, além da importância do número de ovos postos, é também relevante o peso de cada ovo, sendo que estes são classificados consoante o mesmo nas diversas classes, S, M, L e XL. O peso do ovo depende de fatores como o genótipo, idade e estrutura corporal da galinha, além das condições ambientais, sanitárias, nutricionais e de consumo de água (Fowler, 1972).

O ovo constitui, no entanto, um produto frágil e perecível, devido à baixa eficiência das suas barreiras de proteção natural, especialmente quando é armazenado por um longo período de tempo e em condições inadequadas. A qualidade do ovo e a estabilidade dos seus constituintes durante o armazenamento são em grande parte determinadas pela sua estrutura física, que é afetada essencialmente pelo tempo e temperatura de armazenamento. Assim, a qualidade do ovo pode ser avaliada a partir da análise das suas características físicas, tais como: peso do ovo e dos seus constituintes; *shape index* e *shell index*; classificação das cores da casca e da gema; miragem e determinação da altura da câmara de ar; presença de manchas de sangue, manchas de carne e fendas na casca; medição da altura do albúmen espesso; determinação das unidades Haugh; medição do pH do albúmen e da gema; determinação da viscosidade do albúmen líquido.

O objetivo desta dissertação foi caracterizar as características físicas de ovos de diferentes classes de peso, S, M e L armazenados em condições de temperatura diferentes, a 18°C e 5°C, ao longo de 13 semanas.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Galinha Poedeira: Denominação, Origem e Domesticação

As aves são animais descendentes dos dinossauros terópodes, remontando a sua origem ao período Jurássico, há cerca de 150 milhões de anos (Padian, Hutchinson & Holtz-Jr, 1999). Assim, as aves possuem algumas semelhanças anatómicas com os répteis. O *Gallus gallus* (*Red Jungle Fowl*), presente na figura 1, com origem no Sudoeste da Ásia é considerado o principal ancestral da galinha doméstica. Existem outros 3 tipos de galinhas selvagens (*jungle fowls*) que podem ter contribuído também para esta evolução, que são *Gallus sonnerati* (*Grey Jungle Fowl*), que se encontra na figura 2, o *Gallus lafayettei* (*Ceylon Jungle Fowl*), na figura 3, e o *Gallus varius* (*Green Jungle Fowl*), presente na figura 4, (Delacour, 1977).



Figura 1: *Gallus gallus* (Red Jungle Fowl), Fonte: <https://www.purelypoultry.com/indian-red-jungle-fowl-p-869.html>



Figura 2: *Gallus sonnerati* (Grey Jungle Fowl), Fonte: <https://www.pinterest.pt/pin/150237337550435534/>



Figura 3: *Gallus lafayettei* (Ceylon Jungle Fowl), Fonte: http://www.hlasek.com/gallus_lafayetteii.html



Figura 4: *Gallus varius* (Green Jungle Fowl), Fonte: <https://www.hbw.com/ibc/photo/green-junglefowl-gallus-varius/male>

A domesticação da galinha pelo ser humano ocorreu há cerca de 8000 anos na China (Hirst, 2017). As lutas de galos foram fundamentais para a domesticação da galinha, bem como para a sua distribuição pelo mundo inteiro, que só se tornou possível devido à sua excelente capacidade de adaptação a condições adversas. Comparando a Galinha doméstica (*Gallus gallus domesticus*) com o seu principal ancestral verifica-se que esta é menos ativa, apresenta menos interações sociais com outras galinhas, é menos agressiva com possíveis predadores e é menos atreita a procurar fontes de alimento. Por outro lado, a galinha doméstica apresenta um peso corporal superior, a sua produção de ovos inicia-se mais cedo e é mais frequente, além dos seus ovos terem dimensões superiores (Hirst, 2017). A classificação científica da galinha doméstica encontra-se expressa no quadro 1.

Quadro 1: Classificação Científica da Galinha doméstica (adaptado de Lana, 2000)

Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Aves</i>
Ordem	<i>Galiformes</i>
Família	<i>Phasianidae</i>
Género	<i>Gallus</i>
Espécie	<i>G. Gallus</i>
Subespécie	<i>Gallus gallus domesticus</i>

2.1.1. Evolução das Raças de Galinhas Poedeiras

Uma raça pode ser definida como uma divisão de indivíduos cujos caracteres físicos e biológicos são constantes e hereditários. Todas as galinhas de uma determinada raça partilham um igual número de dedos, mesmo tipo e cor de plumagem. As raças de galinhas distribuem-se em americanas, mediterrâneas, inglesas e asiáticas.

Dentro da mesma raça, existem variedades que diferem consoante a cor das penas e tipo de crista. Depois de vários séculos de seleção, desenvolveram-se mais de 350 raças e variedades de galinhas. Contudo, nem todas sobreviveram à evolução da indústria avícola e atualmente são apenas usadas em exposições avícolas ou perderam-se para sempre (North & Bell, 1990). No início da indústria avícola, o objetivo era criar galinhas em linha pura, todavia, com a análise dos seus índices zootécnicos verificou-se que seria proveitoso

efetuar cruzamentos de raças, linhas puras ou marcas comerciais para melhorar a produtividade dos animais (North & Bell, 1990). Hoje em dia, a seleção é efetuada por empresas altamente capitalizadas, tratando-se de uma atividade muito restrita que se serve de cruzamentos de raças e linhas para obter híbridos comerciais de altas potencialidades económicas e comerciais (Damerow,1995). No que respeita às galinhas poedeiras, as estirpes mais utilizadas são provenientes das empresas de seleção Hy-line e Lohmann. Em Portugal a Lohmann Brown Classic é uma das estirpes mais utilizadas.

Lohmann Brown Classic (figura 5) trata-se de um híbrido de galinhas desenvolvida na Alemanha, que apresenta plumagem laranja-acastanhada com reflexos cremes, tamanho médio e pescoço longo. Estes animais foram inicialmente usados para a produção de ovos por pequenos agricultores, devido à sua elevada qualidade, eficiência de produção, adaptabilidade e temperamento amigável. Atualmente, trata-se de uma das estirpes mais usadas na indústria de produção de ovos devido às suas características produtivas, presentes no quadro 2.



Figura 3: Exemplar da Estirpe Lohmann Brown Classic (Fonte: Lohmann Management Guide)

Quadro 2: Dados Produtivos da Estirpe Lohmann Brown Classic (Fonte: Lohmann Tierzucht Gmbh, n.d)

Produção de Ovos	Idade a 50% da Produção	140-150 dias
	Pico de Produção	93-95%
	Ovos por galinha alojada	
	Em 12 meses de postura	318-323 (320)
	Em 14 meses de postura	358-363 (360)
	Em 17 meses de Postura	428-433 (430)
	Média de Peso dos Ovos	
	Em 12 meses de postura	63.5-64.5 g (63.9 g)
	Em 14 meses de postura	64.0-65.0 g (64.4 g)
	Em 17 meses de Postura	65.0-66.0 g (65.2 g)
Características dos Ovos	Cor da casca	Castanho
Consumo de Alimento	1 ^a -20 ^a semana	7,4-7,8 Kg
	Produção	110-120 g/dia
	Conversão Alimentar	2.0-2.1 Kg/ Kg massa de ovo
Peso Corporal	Nas 20 semanas	1.6-1.7 Kg
	No final da produção	1.9-2.2 Kg

2.2. Modos de Produção de galinhas poedeiras

Atualmente, o bem-estar animal tem-se tornado numa preocupação crescente, o que faz com que, independentemente do sistema de produção adotado, existam uma série de requisitos que tenham de ser cumpridos para assegurar o bem-estar das galinhas poedeiras. A legislação enuncia que todas as aves devem ter um fácil acesso a água, bem como a ração de qualidade e em quantidades adequadas. Não podem ser administrados aos animais quaisquer substâncias medicamentosas com exceção das necessárias para efeitos terapêuticos, profiláticos ou destinados ao tratamento zootécnico, conforme o disposto no Decreto-Lei n.º 150/99, de 7 de Maio. As instalações devem ser construídas de modo a garantir um bom isolamento e ventilação, garantindo uma correta circulação do ar, nível de poeiras controlado, temperatura adequada e uma concentração em gases dentro dos limites que não sejam prejudiciais para os animais. A limpeza das instalações terá de ser conseguida pela retirada diária das galinhas mortas e com a frequência necessária os excrementos.

Em Portugal, existem quatro modos de produção: o sistema de produção de gaiolas melhoradas e os sistemas alternativos, que compreendem a produção ao ar livre, a produção no solo e o modo de produção biológico.

2.2.1. Produção em gaiolas melhoradas

A obrigatoriedade do modo de produção em gaiolas melhoradas em virtude da proibição de alojamento das galinhas em gaiolas não melhoradas surgiu com o intuito de melhorar o bem-estar animal (Decreto-lei nº 72-F/2003 de 14 de abril). As alterações exigidas concentram-se essencialmente no aumento das dimensões de alojamento, existência de ninho, cama, poleiro, presença de circulação entre gaiolas e desgastador de unhas nas gaiolas melhoradas (Decreto-lei nº 72-F/2003 de 14 de abril). O corte de bico é autorizado em pintas com idade inferior a 10 dias que se destinem à postura, desde que efetuado por profissionais e com o intuito de evitar situações de canibalismo e arranque das penas. Os animais encontram-se alojados em gaiolas melhoradas durante todo o seu ciclo produtivo.

2.2.2. Produção de galinhas em sistemas alternativos

Os sistemas alternativos incluem o sistema de produção no solo, ao ar livre e biológico.

No sistema de produção no solo, os animais não se encontram fechados em gaiolas, podendo entrar e sair desta sempre que quiserem. Contudo, os animais encontram-se na mesma alojados em pavilhões, havendo, no entanto, a livre circulação no seu interior, embora não possam usufruir de espaços exteriores como ocorre nos sistemas de produção ao ar livre e biológico.

Nos sistemas de produção ao ar livre e biológico, as galinhas têm acesso a um espaço interior, onde podem pernoitar ou abrigarem-se das condições meteorológicas adversas, tendo também saída para um espaço exterior. Segundo a Diretiva 1999/74/CE devem existir várias portas de saída direta para o espaço exterior, repartidas ao longo de todo o comprimento do edifício, com uma altura mínima de 35 cm e uma largura mínima de 40 cm. O espaço exterior deve ter uma superfície adequada à densidade animal. Neste espaço devem existir abrigos para proteger os animais dos predadores e de intempéries. Se for necessário podem existir neste espaço bebedouros e comedouros (Decreto-lei nº 72-F/2003 de 14 de abril).

No sistema biológico, os alimentos administrados aos animais provêm de matérias-primas de origem biológica.

2.3. Formação do ovo: gema, clara e casca

O processo de formação do ovo pode ser dividido em duas etapas, no ovário, onde ocorre a formação da gema, e no oviduto, onde sucede a formação do albúmen, membranas, casca e cutícula.

Quando a galinha atinge a maturidade sexual, o ovário começa a aumentar de dimensões. Cada óvulo, que será a futura gema, começa então a desenvolver-se durante um período compreendido entre 7 a 10 dias no total. Assim, no ovário, a gema inicia o seu desenvolvimento no interior de um folículo, a partir de um óvulo de dimensões reduzidas, que vai incorporando sais minerais, proteínas e lípidos no citoplasma. Estes nutrientes agora presentes no citoplasma são resultantes do metabolismo hepático, sendo transportados pelos vasos sanguíneos e adicionados pelas células da granulosa (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995). À medida que cada gema vai aumentando de dimensões, a sua cor muda de cinza pálido para um amarelo particular. No ovário estão presentes folículos em diversos estados de desenvolvimento, que são classificados consoante o seu tamanho (quadro 3). Primeiramente, ovulará o folículo de dimensões superiores, F1, seguindo-se o segundo, F2, e assim sucessivamente até ao último, F6 (figura 6). Cada folículo é constituído por vasos

sanguíneos e fibras nervosas, apresentando aderência ao ovário através de um pedículo. Cerca de 6 horas antes de uma galinha ovular, esta apresentará um impulso de GnRH (Hormona libertadora de gonadotrofina), que resultará num pico de LH (hormona luteinizante). Se houver um folículo maduro pré-ovulatório, F1, este produzirá progesterona como resposta ao pico de LH, que resultará ainda numa maior produção de LH, tratando-se de um processo de "feedback positivo" (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995). Assim, ocorre a ovulação, pois a gema atingiu o seu tamanho final, libertando-se do ovário. A ovulação acontece cerca de 30 minutos depois da galinha ter posto o último ovo.

Quadro 3: Classificação dos Folículos presentes no ovário consoante o seu tamanho

Classificação	Abreviatura	Cor	Dimensões
Pequeno Folículo Branco	SWF	Branco	≤1 mm
Grande Folículo Branco	LWF	Branco	2-5 mm
Pequeno Folículo Amarelo	SYF	Amarelo	5-10 mm
Grande Folículo Amarelo	LYF	Amarelo	≥10 mm

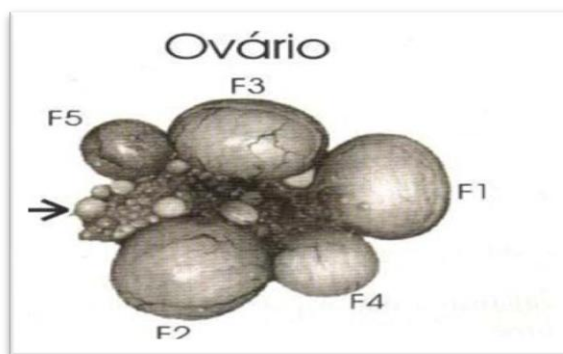


Figura 4: Representação dos Folículos presentes no ovário da galinha (Fonte: <http://www.uff.br/webvideoquest/SE/rep.htm>).

Entre o momento da ovulação e a postura dos ovos decorrem entre 24 a 26 horas. Após a ovulação, a gema entra no oviduto, que tem como função produzir a clara e os constituintes da casca, terminando assim o processo de formação do ovo. O infundíbulo é a primeira estrutura do oviduto, que recebe a gema, e é onde se dá a formação da calaza, que irá manter a gema centralizada no interior do ovo, impedindo que esta se desloque (Benites, Furtado, & Seibel, 2005) e membrana vitelina, que evita a transferência de água da clara para a gema. Se existirem espermatozoides, é no infundíbulo que ocorre a fertilização (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995). A gema detém-se no infundíbulo cerca de 15 minutos. De seguida, a gema passa para o magno, onde ocorre a formação do albúmen e onde é

adicionado ao ovo a maior parte do sódio, cálcio e magnésio (Sauver, 1992), o que tem a duração de 2 a 3 horas. O albúmen irá então funcionar como fonte nutricional para um embrião em desenvolvimento, uma “almofada” para proteger a gema contra pancadas, além do seu efeito bactericida (Etches, 1996). Seguidamente, o ovo em formação passa para o istmo, onde são segregadas as membranas interna e externa da casca, além das proteínas do albúmen e adicionados água e sais minerais, o que tem a duração de cerca de 1 hora (Etches, 1995). No istmo estabelecem-se também os primeiros cristais de carbonato de cálcio, que irão formar as membranas exteriores da casca (Solomon, 1991). Seguidamente, no útero completa-se a formação da casca, o que demora cerca de 21 horas, sendo este processo o mais demorado, (Sauver, 1992), iniciando-se pela deposição de aglomerados de cristais de carbonato de cálcio em volta da membrana externa segregada no istmo (Etches, 1995). Quanto mais cristais se depositarem, mais espessa será a casca (Solomon, 1997). A casca é constituída por cerca de 95 % de carbonato de cálcio e 5 % de material orgânico. No caso de ovos de cor castanha ocorre também a pigmentação da casca no útero devido à secreção de porfirinas (Rose, 1997). Seguidamente, forma-se a cutícula, que protege o ovo contra prováveis contaminações externas após a eclosão (Solomon, 1997). O ovo seguirá então para a vagina que o projetará para fora, evitando a contaminação do mesmo com restos de fezes ou urina presentes na cloaca. As contrações no útero permitirão a postura do ovo.

2.3.1. Influência do Fotoperíodo e Regulação Endócrina

O fotoperíodo, duração da presença de luz durante um período de 24 horas, trata-se de um fator ambiental que influencia a migração, época de reprodução e muda de pena das aves. Assim, a presença de luz interferirá na reprodução da galinha e no funcionamento do hipotálamo, que é o órgão responsável pelo controlo reprodutivo, uma vez que recebe sinais de outros centros cerebrais, bem como do meio ambiente, como o caso da energia luminosa (Etches, 1996). A luz é recebida pelos fotorreceptores presentes no hipotálamo, que transformam o sinal eletromagnético numa mensagem hormonal, que permitirá a libertação de GnRH, que, por sua vez, é conduzida para a hipófise anterior, estimulando-a a produzir as hormonas responsáveis pelo processo reprodutivo, a hormona foliculoestimulante (FSH) e a hormona luteinizante (LH) (Etches, 1996). A hormona LH é necessária para ocorrer a maturação sexual e ovulação, como se pode verificar pela figura 7, bem como para a produção diária de ovos, pelo seu papel estimulante das hormonas esteroideas, estrogénios, progesterona e androgénios, nos folículos ovarianos (Etches, 1996). Os estrogénios são

fundamentais para ocorrer o crescimento do oviduto da galinha. Por outro lado, os estrogénios também realizam a síntese de lípidos e proteínas no fígado, que posteriormente irão constituir a gema, bem como a síntese de proteínas no magno com o intuito da formação do albúmen. A mobilização do cálcio presente na estrutura óssea da galinha, que será usado na formação da casca do ovo e o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários são também possíveis devido à ação dos estrogénios (Etches, 1996). A progesterona, por sua vez, também permite o crescimento do oviduto e regula o ritmo da postura (Etches, 1996). Os androgénios correspondem às hormonas responsáveis pelo desenvolvimento de caracteres sexuais secundários, como os estrogénios, além de terem também um papel ativo no desenvolvimento do oviduto, bem como na mobilização de cálcio para a casca do ovo (Etches, 1996). Por outro lado, a hormona FSH é indispensável para o desenvolvimento dos folículos antes destes se tornarem funcionais para ovular, bem como pelo desenvolvimento do ovário e da atividade secretora do mesmo (Etches, 1996).

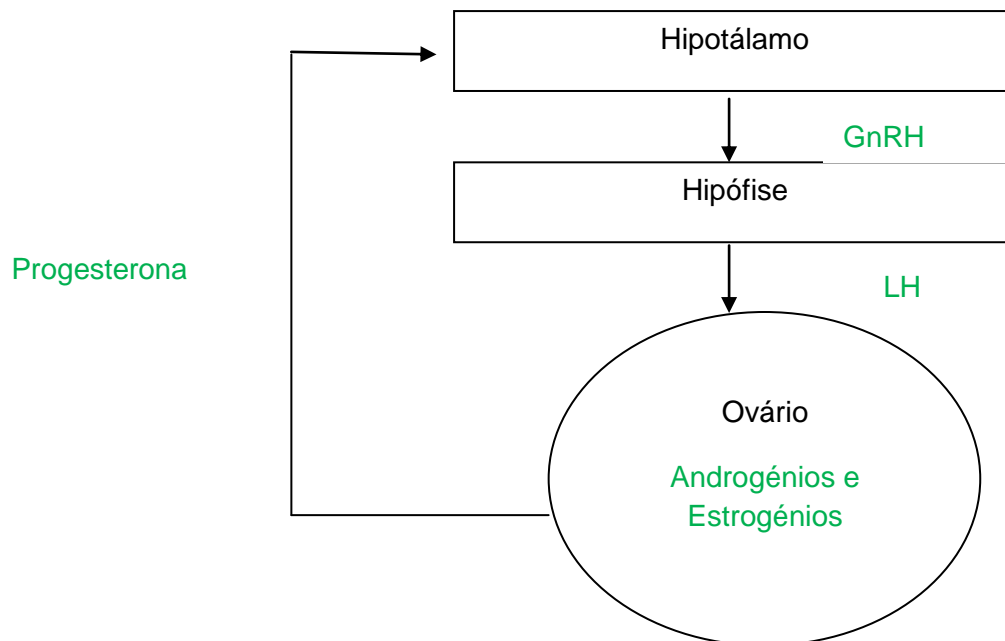


Figura 5: Hormonas envolvidas na ovulação (Fonte: Etches, 1996)

A manipulação do fotoperíodo através da utilização de iluminação artificial, não se restringindo apenas à luz natural, é uma técnica de manejo bastante importante para o produtor avícola. Este controlo da luminosidade presente permite antecipar ou retardar o início de postura, influenciando também a sua taxa e alterando o intervalo da mesma. Por outro lado, esta técnica também permite uma melhoria na qualidade da casca, uma otimização do tamanho do ovo, bem como uma melhoria na eficiência alimentar da galinha (Etches, 1996). Assim, o objetivo é elaborar um programa de iluminação que permita a

máxima produção com o mínimo consumo de ração e gasto de energia elétrica. Com o intuito de maximizar a produção, apresentando os custos mais baixos possíveis, nas fêmeas em fase de recria é geralmente aplicado um programa com fotoperíodo reduzido na fase de crescimento, seguindo-se um fotoperíodo longo na fase de reprodução, uma vez que a atividade sexual aumenta nos dias mais longos. Assim, é possível criar semelhanças com a reprodução sazonal das aves selvagens, para as quais os dias curtos de inverno, fotoperíodo reduzido, precediam o sinal para procriar que era dado pelo aumento da duração do dia na primavera.

2.4. Ovo

2.4.1. Estrutura e Composição do ovo

As dimensões e forma dos ovos diferem consoante a espécie das aves, contudo todas têm em comum os três constituintes principais: casca (9-12%), clara (~60%) e gema (30-33%) (Stadelman & Cotterill, 1995). Na Figura 8 podemos observar todos os componentes do ovo de galinha.



Figura 6: Constituição do Ovo (Fonte: Melo et al., 2015).

A qualidade interna do ovo é de extrema importância para o consumidor. Esta qualidade, afetada pela qualidade da gema e do albúmen do mesmo, começa a decair a partir do momento em que o ovo é posto pela galinha (Okolie & Udedibie, 2001).

Gema

A gema é composta por água (~50%), proteínas (~16,5%), lípidos (~33%), vitaminas maioritariamente lipossolúveis, mas também, hidrossolúveis (exceto Vitamina C), minerais e hidratos de carbono e é envolvida pela membrana vitelina (FAO, 2010). A gema pode ser descrita como uma emulsão de gordura em água. Por outro lado, a membrana vitelina funciona como uma barreira transparente, constituída maioritariamente por proteínas com propriedade antibacterianas (Cook & Briggs, 1986). Assim, se a membrana vitelina for fraca, a gema quebrará mais facilmente e será mais difícil ocorrer uma correta separação entre esta e o albúmen.

Por outro lado, a gema é o constituinte do ovo mais rico em pigmentos, como carotenoides, cuja composição e quantidades presentes estão diretamente relacionadas com a alimentação da galinha (Karadas, Pappas, Surai & Speake, 2005; FAO, 2010). A cor da gema do ovo é determinada primeiramente pela presença de pigmentos como o β -caroteno e xantofilas na dieta da galinha. Assim, é possível manipular a dieta das galinhas, adicionando xantofilas naturais ou sintéticas, tendo em conta a preferência do consumidor em relação à cor da gema do ovo. Esta preferência do consumidor por determinada cor da gema é um fator subjetivo que varia de país para país (Chukwuka, et al., 2011).

Como podemos verificar na figura 8, no interior da gema podemos encontrar o disco germinativo, que apresenta uma cor ligeiramente diferente, que é o local onde ocorre a divisão celular, se o ovo estiver fertilizado.

Albúmen

O albúmen do ovo ou clara é composto maioritariamente por água (~88,5%) e proteínas (~11,5%), como a ovalbumina, ovotransferina, ovomucina, ovomucoide e lisozima (Ramos, 2008; FAO, 2010), seguem-se as vitaminas do complexo B (riboflavina-B2), hidratos de carbono, alguma gordura e minerais em baixa quantidade (FAO, 2010).

Quanto à viscosidade e propriedades reológicas, o albúmen pode ser dividido em três camadas: albúmen espesso, albúmen líquido e calazas. Quando partimos um ovo, identificamos o albúmen líquido como a parte do albúmen que se espalha pela superfície plana enquanto o albúmen espesso permanece mais perto da gema (Seibel, 2005). As calazas são estruturas fibrosas que se encontram aderidas à membrana vitelina da gema e se expandem para as extremidades.

Casca

As características externas dos ovos estão intrinsecamente dependentes da qualidade da casca dos mesmos. A presença de fendas na casca dos ovos representa uma grande perda económica para o setor, uma vez que os ovos partidos não podem ser comercializados para consumo humano.

A casca do ovo de galinha é constituída essencialmente por minerais (~95,1 %), proteínas (~3,3%) e água (~1,6%) (Solomon & Bain, 1996). A parte mineral da casca, responsável pela resistência à quebra e proteção contra microrganismos, é constituída por 98,2% de carbonato de cálcio (CaCO₃), 0,9% carbonato de magnésio e 0,9% de fosfato de cálcio (Ramos, 2008). Minerais como o sódio, zinco, manganês, potássio e ferro estão também presentes na casca em quantidades vestigiais.

A casca do ovo é constituída pela membrana interna, membrana externa (esponjosa ou calcária) e cutícula. Na superfície da casca encontram-se pequenos poros que possibilitam as trocas gasosas entre o meio interno e externo do ovo, permitindo assim a entrada de oxigénio e a saída de dióxido de carbono. A cutícula pode ser descrita como um filme transparente fino, composta maioritariamente por proteínas, conferindo o brilho característico da casca do ovo. A cutícula cobre os poros da casca, evitando também a perda de água, bem como a penetração de microrganismos (Benites et al., 2005). As membranas interna e externa encontram-se aderidas entre si, exceto na extremidade ampla do ovo em que se separam para formar a câmara de ar, que corresponde então ao espaço formado entre as membrana interna e externa da casca. A câmara de ar forma-se quando no momento da postura ocorre um arrefecimento do ovo, passando este da temperatura corporal da galinha de aproximadamente 39°C para a temperatura ambiente. A mudança de temperatura acarreta uma contração da membrana interna e o vácuo resultante favorece a entrada de ar no espaço entre as membranas, formando-se assim a câmara de ar. A câmara de ar, quando o ovo está fertilizado, tem como função fornecer oxigénio ao pinto quando este se encontra preparado para eclodir, de forma a que este tenha resistência para iniciar a quebra da casca (Benites et al., 2005).

A cor da casca do ovo, por sua vez, é determinada primeiramente pela genética da galinha. Durante o processo de formação da casca do ovo ocorre a síntese de pigmentos que irão influenciar a cor da casca do ovo. Na parte final da formação da casca, estes pigmentos são transferidos para a cutícula e a quantidade de pigmentos presente na cutícula irá determinar a cor da casca do ovo (Chukwuka et al, 2011). Contudo, fatores como a idade da galinha, stress, agentes quimioterapêuticos e doenças irão afetar a quantidade de cada pigmento presente na cutícula.

2.4.2. Composição Nutricional do Ovo e a sua importância na alimentação humana

O ovo é um alimento de elevado valor nutritivo, uma vez que é uma fonte natural de proteína de alta qualidade, bem como de outros constituintes, fornecendo à dieta humana uma fração elevada de compostos para todas as faixas etárias com nutrientes essenciais e baixa proporção calórica (Quadro 4). Os ovos podem também realizar um papel importante no controlo de peso, força muscular, gravidez saudável, função cerebral e saúde ocular, por exemplo (Bassler, 2015). Os nutrientes do ovo são encontrados na gema e na clara e diferem consoante a sua localização, como podemos confirmar pelo quadro 4.

Quadro 4: Composição nutricional do ovo inteiro e dos seus constituintes. (Fonte: INS, 2006)

Nota: Valores por 100 g de parte edível

Composição Nutritiva	Inteiro cru	Clara Crua	Gema Crua
Energia (kcal)	149	47	342
Água (g)	75,3	87,4	51
Proteína (g)	13,0	11	16
Gordura Total (g)	10,8	0,3	30,9
Saturados (g)	2,7	0,1	8,3
Monoinsaturados (g)	3,9	0,1	11,7
Polinsaturados (g)	2,1	0	4,6
Trans (g)	0	0	0,1
Ácido Linoleico (g)	1,9	0	3,9
Colesterol (g)	408	0	1280
Vitamina A (µg)	190	0	500
Vitamina D (µg)	1,7	0	4,9
Vitamina E (mg)	2,3	0,03	4,6
Tiamina (mg)	0,07	0,04	0,24
Riboflavina (mg)	0,44	0,33	0,65
Niacina (mg)	0,04	0,03	0,001
Vitamina B6 (mg)	0,36	0,02	0,8
Vitamina B12 (mg)	1	0,1	2,8
Vitamina C (mg)	0	0	0

Sódio (mg)	140	193	48
Potássio (mg)	130	142	90
Fósforo (mg)	184	13	480
Cálcio (mg)	44	6	134
Magnésio (mg)	11	12	11
Ferro (mg)	2,1	0,1	5,5
Zinco (mg)	1,3	0,1	3,0

Proteína

O ovo de galinha constitui uma fonte barata de proteína animal, que satisfaz as necessidades nutricionais de uma população crescente (Cook & Briggs, 1986). O ovo retém um perfil de aminoácidos ideal para o Ser Humano, pois contém oito aminoácidos essenciais, que se distribuem em proporção superior no albúmen e inferior na gema, fazendo do ovo a fonte proteica de maior valor biológico disponível na natureza (Kovacs-Nolan, Philips & Mine, 2005). No albúmen encontramos em maior quantidade proteínas como a ovoalbumina e a ovomucina. Por outro lado, na gema encontramos as proteínas LDL que permitem a capacidade emulsionante da mesma.

Ácidos gordos

Os lípidos são compostos químicos orgânicos representados por triglicéridos, fosfolípidos e colesterol. Os ácidos gordos são as unidades básicas que constituem os lípidos e tratam-se de compostos orgânicos simples formados por carbono, hidrogénio e oxigénio. Cada molécula de um ácido gordo tem um grupo carboxilo (COOH) na extremidade alfa e um grupo metilo (CH₃) na outra extremidade, a ómega (Osborn & Akoh, 2002). A qualidade dos lípidos pode ser avaliada pela sua composição em ácidos gordos, bem como pelo seu grau de saturação (Ucciani & Debal, 1996). Os ácidos gordos são saturados - SFA - quando apresentam apenas ligações simples entre os átomos de carbono, monoinsaturados - MUFA - quando têm uma dupla ligação entre carbonos e polinsaturados - PUFA - quando têm duas ou mais ligações duplas. Nos ácidos gordos polinsaturados e monoinsaturados existe isometria geométrica em *cis* e *trans*, mas apenas os *cis* são classificados por ómega 9 (n-9), ómega 6 (n-6) e ómega 3 (n-3). Esta classificação é realizada a partir da primeira insaturação a partir do último grupo metilo da cadeia, isto é, um PUFA ómega 9 tem a primeira insaturação no nono carbono, ómega 6 no sexto e ómega 3 no terceiro (Osborn & Akoh, 2002).

Na gema encontram-se presentes lípidos sob a forma de lipoproteínas, bem como ácidos gordos saturados como o láurico, palmítico e esteárico e ácidos gordos insaturados como o oleico, linolénico e linoleico (Cherian, Holsonbake, & Goeger, 2002). Os ácidos gordos insaturados presentes na gema representam 2/3 da quantidade total encontrada no ovo. Por outro lado, a gema do ovo é rica em colesterol, uma gema com o peso de 17 g tem cerca de 218 mg de colesterol (Stadelman, 2003). O nível deste lípido presente no ovo representa uma desvantagem deste produto para o ser humano devido ao aumento da incidência de doenças relacionadas com níveis elevados de colesterol no plasma sanguíneo, bem como pela alta incidência de doenças cardiovasculares em adultos. Assim, uma vez que o teor de lípidos presente no ovo se relaciona com a alimentação das galinhas poedeiras, esta pode ser manipulada com o intuito de obter ovos com níveis de colesterol reduzido. Por outro lado, existem ácidos gordos com benefícios para a saúde humana, como os n-3 PUFA, que se podem incluir também na dieta das galinhas. Nesta família de ácidos gordos destaca-se o ácido linolénico, presente nas plantas, cuja importância resulta do facto de ser precursor de outros n-3 PUFAs de cadeia longa como o ácido eicosapentaenóico (EPA), o docosapentaenóico (DPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) (Simopoulos, 1999; Wood, et al., 2008). A importância do EPA e do DHA na saúde humana é autenticada pela American Heart Association (AHA) que aconselha a ingestão destes dois ácidos gordos essenciais com o objetivo de prevenir a ocorrência de patologias cardiovasculares. O enriquecimento dos ovos com ácidos gordos de cadeia longa ómega-3 é possível pela manipulação da dieta de galinhas poedeiras através da suplementação de certos ingredientes (Meluzzi et al, 2000), apresentando vantagens para o produtor, pois trata-se de um produto de valor acrescentado.

Minerais e Vitaminas

O ovo é um alimento muito rico quer em minerais, quer em vitaminas, o que está diretamente relacionado com a alimentação das galinhas (Stadelman, 2003). O ovo é constituído pelos dois tipos de vitaminas, lipossolúveis (A, D, E, K), que se encontram presentes na gema, e hidrossolúveis (B), presentes na gema e no albúmen.

Como se pode constatar pela análise do quadro 4, o ovo apresenta uma proporção elevada de minerais, com exceção do cálcio no albúmen. O cálcio encontra-se presente na casca, mas esta não é normalmente ingerida pelos humanos. Como foi descrito anteriormente, a quantidade de minerais presente no ovo depende da alimentação da galinha poedeira, mas também da estirpe da mesma (Stadelman, 2003). O fósforo, cálcio e ferro encontram-se

presentes em quantidade superior na gema, enquanto que o sódio e o potássio se encontram abundantemente na clara. A função do cálcio e do fósforo prende-se com a saúde dos ossos e dentes. O ferro, por sua vez, é altamente biodisponível, o que representa um grande benefício do ovo para a saúde humana (USDA, 2012).

2.4.3. Fatores que afetam a produção de ovos

O número de ovos produzidos por galinha é um dos fatores mais importantes na economia dos produtores do setor avícola (Kolstad, 1979). A produção de ovos é afetada por diversos fatores, como a estirpe, idade, alimentação, manejo e controlo sanitário da galinha poedeira.

A produtividade da estirpe dependerá sempre do ambiente em que esta se encontra, pois existem estirpes melhor adaptadas a determinados ambientes(Suk & Park, 2001; Hocking, Bain, Channing, Fleming, & Wilson, 2003).

A idade dos animais, por sua vez, é também um fator preponderante na produção de ovos. Em sistemas intensivos, as galinhas começam a postura com uma idade de cerca de vinte semanas. Após oito semanas do início da postura dá-se o pico na produção de ovos, em que as galinhas depositam um ovo praticamente todos os dias. Após o pico, as galinhas começam a diminuir a sua produtividade, sendo por isso aconselhável manter sempre galinhas poedeiras jovens.

A nutrição da galinha atua também na produção de ovos, o que faz com que uma dieta equilibrada seja de extrema importância. A energia fornecida à galinha poedeira depende dos hidratos de carbonos, gordura e aminoácidos presentes no alimento. Em termos proteicos, a galinha poedeira não consegue sintetizar dez dos vinte e dois aminoácidos essenciais com a rapidez necessária para atender às suas necessidades metabólicas. Quanto às vitaminas, a vitamina D é imprescindível para a absorção e utilização de cálcio. Esta vitamina deve estar presente em quantidade suficiente que permita a correta utilização do cálcio, maximizando o número de ovos produzido. Por outro lado, se esta vitamina estiver presente em excesso na dieta pode levar a uma exagerada absorção de cálcio, resultando numa hipercalcémia, o que é prejudicial para a produção de ovos. A inclusão correta de minerais na dieta é de extrema importância. Durante o crescimento da galinha as suas exigências em cálcio são baixas. Contudo, quando esta atinge a maturidade sexual, é necessário aumentar a quantidade de cálcio fornecida na dieta, uma vez que este vai ser extraordinariamente importante na produção da casca do ovo, que é composta em grande parte por carbonato de cálcio. Por outro lado, o nível de cloreto de sódio deve ser adequado

à fase de crescimento, aumentando assim também o desempenho reprodutivo das poedeiras (Stadelman, 1997).

O manejo dos animais, por outro lado, é também de importância redobrada quando se trata de maximizar a produção de ovos. O alimento composto fornecido aos animais deve ser suficiente e de boa qualidade. As condições de armazenamento dos alimentos devem ser adequadas, para evitar que estes percam qualidade. A disponibilidade de água é determinante para se desencadear a postura, por isso é necessário que os animais tenham sempre água fresca à disposição. As galinhas são mesmo mais afetadas quando ocorre falta de água do que a falta de alimento. O alojamento dos animais deve ser tido em conta também, pois deve proporcionar as condições adequadas em termos de arejamento, uma vez que as galinhas apresentam um metabolismo rápido, necessitando de ar fresco para realizar as suas atividades corporais. As condições de humidade devem ser ajustadas, pois um ambiente muito seco pode levar ao canibalismo e, por outro lado, o excesso de humidade permite a passagem da sujidade para as penas e ovos das galinhas, favorecendo também o crescimento de alguns microrganismos (Anyanwu, Etuk, Okoli & Udedibie, 2008). Embora as aves tolerem uma gama alargada de temperaturas, existe uma faixa de temperaturas indicada para obter a máxima produção de ovos. Temperaturas elevadas levam a uma menor ingestão de alimento, reduzindo o número e o tamanho dos ovos produzidos (Anyanwu et al., 2008). A iluminação é também um fator importante para o ciclo reprodutivo da galinha. As galinhas necessitam de cerca de 14 horas de luz diária para manter a produção de ovos, logo, se necessário deverá alargar-se a duração do dia através da iluminação artificial, com o intuito de obter a máxima produção de ovos.

Para aumentar a produção de ovos é também de extrema importância efetuar um controlo parasitário adequado, evitando ecto e endoparasitas. As doenças como a bronquite, gripe aviária, doença de Newcastle levam também ao declínio na produção de ovos.

2.4.4. Fatores que afetam a qualidade do ovo

A qualidade do ovo é de extrema importância para o consumidor e para o produtor, que pretende que o ovo chegue nas melhores condições possíveis ao mercado. A partir do momento em que o ovo é depositado pela galinha, a qualidade do mesmo vai diminuindo, uma vez que a sua frescura se vai reduzindo. Assim, é importante identificar os fatores que afetam a qualidade interna e externa do ovo e quais as medidas possíveis que o produtor pode realizar com vista a garantir a máxima qualidade dos seus ovos.

Fatores que afetam a qualidade externa do ovo

Os fatores que afetam a qualidade externa do ovo relacionam-se diretamente com a presença de defeitos na casca do ovo, como a presença de fendas, forma incorreta do ovo ou cor diferente da desejada pelo consumidor em determinado país. A primeira impressão do consumidor quanto à qualidade do ovo baseia-se na aparência da casca do mesmo, sendo assim de extrema importância esta apresentar as melhores condições.

A presença de fendas na casca do ovo pode ser causada pela galinha, no momento da postura, por manejo incorreto como a recolha pouco frequente dos ovos, manipulação incorreta dos mesmos, elevada densidade de galinhas poedeiras, design ou manutenção do piso das gaiolas deficientes. Por outro lado, se a força da casca não for suficientemente elevada ocorrerão mais fraturas e conseqüentemente despoletará uma contaminação microbiana mais elevada. A força da casca é afetada por diversos fatores, tais como: as dimensões do ovo, idade da galinha, stress, nutrição, qualidade da água, genética e doenças.

Quanto às dimensões dos ovos, constata-se que os ovos com peso mais reduzido apresentam casca mais forte que os de dimensões superiores, uma vez que as galinhas têm uma capacidade finita de depositar cálcio na casca e a mesma quantidade de cálcio é dispersa por uma área superior nos ovos de maiores dimensões (Butcher & Miles, 2003; Rajkumar et al, 2009). Quando o peso do ovo é superior, o peso da casca não aumenta, o que faz com que a percentagem de casca seja inferior em ovos de classe de peso superior (Roberts, 2004). O peso do ovo é influenciado pela raça, nutrição, idade da galinha, estação do ano e condições climáticas. Quanto à idade da galinha verificou-se que as aves mais velhas, além de produzirem mais ovos, põem também ovos de dimensões superiores, o que acarretará uma maior produção de ovos de casca mais fina, como já foi descrito. Por outro lado, galinhas muito jovens produzirão também ovos com força de casca reduzida. O atraso do início da maturidade sexual das aves por uma ou duas semanas previne a ocorrência de ovos de casca muito fina colocados por estas galinhas muito jovens (Couts & Wilson, 1990). Por outro lado, qualquer fator que provoque stress à galinha poedeira poderá dessincronizar o processo de formação dos ovos, permitindo a ocorrência de falhas no mesmo (Clunies, Parks & Leeson, 1992), facilitando o aparecimento de ovos de casca fina. Assim, temperaturas acima de 25°C afetarão a quantidade de alimento ingerida pela galinha e, conseqüentemente afetarão os níveis de ingestão de cálcio, resultando numa menor disponibilidade deste mineral para deposição na casca (Okoli, Okoli, Okorundu & Opara, 2006). Além da redução na alimentação, as temperaturas elevadas fazem com que as galinhas fiquem ofegantes, o que leva a uma redução de CO₂ no sangue dos animais. A

redução de CO₂, por sua vez, leva a uma subida do pH do sangue, ocorrendo uma subsequente redução de íons de cálcio necessários para a formação da casca, levando a um aumento na ocorrência de ovos de casca fina. Tal como a ausência de stress, a nutrição e qualidade da água são também de extrema importância. Torna-se indispensável fornecer uma dieta adequada em minerais e vitaminas para a boa qualidade da casca. O cálcio presente na casca do ovo provém de duas fontes: da dieta administrada aos animais e do seu esqueleto. As galinhas são mais eficientes a utilizar o cálcio presente nos alimentos em detrimento do cálcio presente no esqueleto. Contudo, o excesso de cálcio na dieta poderá acarretar problemas para as aves (Nys, Hincke, Arias, Garcia-Ruiz, & Solomon, et al, 1999). A galinha requer entre 2,5 a 3 gramas de cálcio na formação de um ovo normal, sendo assim conveniente que a dieta seja formulada com base na quantidade necessária deste mineral para poder ser aproveitado de um modo eficiente. O fósforo, por sua vez, é também um mineral que deve ser incluído na dieta em quantidades adequadas. Quando o cálcio proveniente do alimento não está presente em porções satisfatórias para cobrir as necessidades de formação da casca, este será mobilizado a partir dos ossos, libertando-se fósforo para a corrente sanguínea, o que tem um efeito inibidor sobre a mobilização do cálcio. Assim, o fósforo é necessário para manter um esqueleto saudável e forte. Contudo, o seu excesso no alimento, assim como o excesso de cálcio, é prejudicial para a qualidade da casca (Rao, Roland, Adams e Durboraw, 1992). Por outro lado, os íons de carbonato de cálcio presentes na casca provêm do sangue e do útero. A deficiente mobilização de carbonato de cálcio aquando da formação da casca do ovo resultará no aparecimento de ovos com casca fina. Quando a temperatura ambiente é elevada, o aumento da taxa de respiração remove dióxido de carbono do sangue, reduzindo assim os íons de carbonato disponíveis para a formação da casca (Balhave, Gill, Li e Bryden, 1989), aumentando a incidência dos ovos com casca fina. Por outro lado, as vitaminas apresentam também um papel importante na formação da casca. A inclusão de vitamina D na dieta dos animais é de extrema importância, pois é imprescindível para ocorrer o metabolismo do cálcio (Roberts, 2004). A administração de alimentos deficientes em vitamina D terá como efeito um transporte insuficiente de cálcio até ao útero, o que fará com que a estrutura e espessura da casca sejam negativamente afetadas (Hurwitz, 1987).

A água assume também um papel importante no processo de formação da casca, pois contém vários minerais essenciais para este processo (Anyanwu et al, 1999). Por outro lado, a água que apresente excesso de eletrólitos pode ter efeitos negativos na qualidade da casca do ovo (Roberts, 2004).

Em termos genéticos, as estirpes de galinhas que põem ovos de casca mais forte retêm mais cálcio que as que põem ovos de casca mais fina (Clunis et al, 1992). Assim, em termos de qualidade da casca, é preferível adquirir estirpes que retenham cálcio na quantidade adequada, pois o excesso de cálcio poderá originar também problemas aquando da formação da casca.

As doenças, por sua vez, poderão afetar a qualidade da casca dos ovos postos pela galinha doente, originando ovos cuja casca apresenta uma coloração diferente da desejada e com uma estrutura mais fraca, facilitando a ocorrência de fendas.

A forma do ovo apresenta também relevância quando avaliamos a qualidade externa. São vários os fatores que determinam a forma do ovo, tais como a idade da galinha, o stress e as doenças. Verifica-se que as aves mais jovens produzem com uma frequência mais elevada ovos disformes (Hess & Briton, 1989). Por outro lado, quando a casca quebra durante o seu processo de formação (10-14h antes da postura do ovo), devido à elevada densidade de galinhas no mesmo espaço, fraca luminosidade ou outros distúrbios que provocam stress à galinha termina com a formação de ovos disformes (Abanikanda, Leigh, Ojedapo, & Kpossu, 2007). As doenças que afetam o albúmen afetam também a forma do ovo, uma vez que o albúmen e as membranas envolventes dão estrutura à casca. Assim, se a qualidade do albúmen for fraca, não há base para se poder originar uma casca com uma forma desejada (Abanikanda et. al, 2007), causando um aumento na incidência de ovos disformes.

A cor da casca também é um fator que afeta a qualidade externa do ovo e é determinada primeiramente pela genética da galinha, uma vez que as galinhas de penas brancas colocam ovos brancos, enquanto que as galinhas de penas castanhas produzem ovos castanhos (Fairfull & Gowe, 1990). Durante o processo de formação da casca em galinhas de penas castanhas, as células epiteliais acumulam pigmentos (Butcher & Miles, 2003). Nas últimas quatro horas do processo de formação da casca, os pigmentos referidos são transferidos para a cutícula. A quantidade de pigmentos presente na cutícula determinará a cor da casca do ovo (Fairfull & Gowe, 1990). Contudo, existem fatores que podem interferir na acumulação de pigmentos nas células epiteliais ou na deposição dos mesmos na cutícula e, por conseguinte, interferir na cor da casca. Estes fatores são o stress, idade da galinha, presença de agentes quimioterapêuticos e doenças. Assim, a adrenalina causa um atraso na postura do ovo, pois interrompe a formação da cutícula, o que origina a formação de ovos cuja cor da casca é mais pálida (Natalie, 2009). A elevada densidade das gaiolas e os ruídos podem causar stress, subindo os níveis de adrenalina. Quanto à idade da galinha, à medida que esta vai avançando, a intensidade dos pigmentos diminui. Por outro lado, como

já foi descrito, animais mais velhos produzem ovos de área superficial superior em que o pigmento disponível é distribuído, fazendo com que os ovos fiquem com uma coloração mais pálida na casca. Existem também agentes quimioterapêuticos que podem levar à despigmentação dos ovos (Cavanagh & Naqui, 2003). Em termos de doenças, as viroses que afetam as mucosas do trato respiratório e reprodutivo além de causarem um decréscimo na produção de ovos levam a que a casca se torne fina e sem cor.

A limpeza dos ovos é também um critério importante quando nos referimos à qualidade externa do ovo. O manejo correto ajuda a reduzir o número de ovos sujos. A limpeza eficiente do chão das gaiolas pode reduzir a incidência de ovos sujos. Por outro lado, dietas inadequadas podem provocar diarreias nas aves, o que aumenta o número de ovos sujos recolhidos (Etuk, Okoli, & Uko, 2004).

Qualidade Interna dos Ovos

Todos os alimentos têm um tempo de vida útil que depende do tipo de alimento e das condições de armazenamento. Fatores associados com o manejo e nutrição das galinhas têm um papel importante na determinação da qualidade interna dos ovos, além das condições em que estes são armazenados. O ovo é um produto muito perecível que pode perder facilmente a sua qualidade no período entre o armazenamento e o consumo. Embora a casca do ovo seja importante para causar uma boa primeira impressão ao consumidor, a qualidade interna do ovo será determinante para motivar o consumidor a repetir a compra. A proporção de gema e albúmen presentes no ovo é diretamente determinada pela idade, raça da galinha e tamanho do ovo. Quanto mais velho for o animal, maior peso terão os seus ovos e conseqüentemente mais elevado será o peso do albúmen e da gema (Peebles et al., 2000).

Gema

A qualidade da gema é determinada pela sua cor, consistência e cheiro.

A preferência do consumidor pela cor da gema trata-se de um fator subjetivo que varia de país para país. A cor da gema é determinada primeiramente pela presença de carotenóides, pigmentos das plantas presentes na dieta dos animais (Silversides, Scott, Korver, Afsharmanesh & Hruby, 2006). Assim, é possível manipular a cor da gema através da adição de carotenóides por via das matérias-primas ou através da inclusão de aditivos na dieta dos animais. Quanto mais forte for a quantidade destes pigmentos presente, mais alaranjada será a cor da gema. Contudo, existem alguns fatores que dificultam ou alteram a

absorção de pigmentos na dieta ou a deposição destes na gema, tais como a presença de parasitas (Couts & Wilson, 1990), coccidioses, bem como a presença de qualquer fator que iniba a função do fígado e, por conseguinte, o metabolismo lipídico e deposição dos pigmentos na gema.

Quanto à consistência, a gema de um ovo fresco é redonda e firme (Okolie & Udebidie, 2000). Contudo, à medida que o tempo passa, quando o ovo é armazenado, a membrana vitelina degenera, fazendo com que a água presente no albúmen se mova para a gema, o que faz com que esta última fique com uma forma achatada. A membrana vitelina apresenta assim importância redobrada quando se trata da manutenção da qualidade interna do ovo. A resistência desta membrana diminui com o aumento do tempo de armazenamento, o que faz com que os nutrientes presentes na gema se tornem vulneráveis aos microrganismos que possam estar alojados na clara. A redução da temperatura de armazenamento é importante para prevenir este acontecimento, pois permite uma diminuição do movimento da água do albúmen para a gema.

Albúmen

A qualidade do albúmen relaciona-se com a consistência, aparência e propriedades funcionais do mesmo e pode ser medida através das unidades Haugh, calculadas a partir da altura do albúmen espesso e peso do ovo (Haugh, 1993). A consistência do albúmen é afetada pela idade da galinha, genética, período de armazenamento do ovo e doenças. Assim, à medida que a idade da galinha avança, as unidades Haugh vão diminuindo e o albúmen fica mais líquido, com menor consistência (Awosanya, Joseph & Olaosebikan, 1998). Por outro lado, em termos genéticos, algumas estirpes produzem ovos com albúmen mais líquido, o que pode ser evitado através da seleção. Quanto ao período de armazenamento do ovo, à medida que este aumenta, o CO₂ é perdido através da casca, ou seja, o interior do ovo torna-se mais alcalino, levando a que o albúmen se torne transparente e mais líquido (Okeudo, Onwuchekwa & Okoli, 2003). Quando a temperatura de armazenamento é mais elevada, a perda de CO₂ ocorre mais rapidamente, fazendo com que a qualidade do albúmen também decresça mais depressa. A redução da temperatura dos pavilhões nos meses mais quentes, combinada com a recolha frequente dos ovos, ajuda a reduzir a deterioração do albúmen antes de se efetuar a recolha dos ovos. Ovos armazenados à temperatura ambiente e humidade inferior a 70% perdem 10-15 HU em poucos dias, em relação ao momento de postura (Jones, 2006). As doenças, por sua vez, podem causar um decréscimo da qualidade do albúmen. O vírus da bronquite infecciosa é a principal doença das galinhas poedeiras que foi relatada como prejudicial, uma vez que

dificulta a síntese de proteínas do albúmen no magno e está associada a alterações histológicas no epitélio do mesmo (Butler, Curtis, Pearson & McDougall, 1972; Davidson, 1986).

Quanto à aparência, um albúmen normal é praticamente transparente com uma coloração levemente amarelo-esverdeada. A descoloração do albúmen pode ocorrer quando os ovos são armazenados por um longo período de tempo, com o albúmen a ficar mais amarelado (Cavanagh & Naqui, 2003). Por outro lado, ácidos gordos com ciclopropano presentes em sementes de algodão administradas às galinhas podem fazer com que o albúmen se torne rosa após o armazenamento (Sell, Davis & Scheideler, 1986).

Qualidade Geral

Manchas de sangue

As manchas de sangue podem variar entre manchas indistinguíveis na superfície da gema até a uma contaminação intensa da mesma. As manchas de sangue estão normalmente associadas à gema, podendo ocasionalmente surgir no albúmen. Estas manchas formam-se quando os pequenos vasos sanguíneos do ovário entram em rutura durante a libertação do folículo. A vitamina K, por sua vez, desempenha um papel importante na coagulação do sangue. Assim, a deficiência desta vitamina pode resultar num aumento da ocorrência de manchas de sangue (Bains, 1999). Existem também algumas doenças que levam a uma redução dos níveis de absorção de vitamina K, podendo aumentar a taxa de incidência destas manchas. Por outro lado, algumas estirpes de aves aparentam estar predispostas a ter manchas de sangue, embora a sua incidência seja baixa (Rajkumar et al, 2009).

Manchas de Carne

As manchas de carne surgem normalmente no albúmen e consistem em pequenas partículas de tecido constituinte do sistema reprodutor (Curtis, Gardner, & Mellor, 1985). A incidência de manchas de carne varia com a raça, aumentando com a idade e stress e é superior em galinhas que põem ovos castanhos (Jeffrey & Graham, 2007).

Odores desagradáveis

Quando os ovos são armazenados corretamente raramente adquirem um odor desagradável. Por outro lado, os ovos absorvem facilmente odores desagradáveis quando estão armazenados perto de óleo de peixe, leite azedo, fruta ou vegetais podres, por exemplo (Okeudo, Onwuchekwa & Okoli, 2003). Os ovos que são armazenados por um

longo período de tempo a temperaturas elevadas são mais propícios a exibir sabores/odores desagradáveis (Okoli & Udedibie, 2000).

2.5. Parâmetros físicos que avaliam a qualidade do ovo

A qualidade é definida como “a soma das características de um determinado alimento que influencia a aceitação ou preferência do mesmo pelo consumidor” (Gerber, 2005, tradução livre). Esta definição implica que cada consumidor tenha a sua própria noção de qualidade, consoante o fim a que destina o produto. A qualidade pode dividir-se em duas componentes, a qualidade externa e interna. A qualidade externa está associada à qualidade da casca que é de extrema importância para o produtor, para garantir que ovo chega nas melhores condições ao consumidor, pois ovos partidos ou rachados constituem uma perda elevada para a indústria. A aparência física do ovo é a causa da primeira impressão do consumidor. Assim, se o produto não corresponder às expectativas, a confiança do consumidor diminui. Por outro lado, a qualidade interna é importante para os produtores de ovo-produtos, uma vez que permite uma melhor separação dos diversos componentes sem contaminação cruzada (Jones & Musgrove, 2005), além de ser de extrema importância para o consumidor, pois será o fator preponderante para o consumidor repetir ou não a compra. Existem várias determinações físicas que são usadas para avaliar a qualidade interna e externa do ovo:

Qualidade Externa do ovo

Shape Index

O *Shape Index* relaciona-se com a forma do ovo, podendo esta ser normal, alongada ou arredondada. É conveniente que o ovo apresente uma forma normal, apresentando um valor entre os 73 e 75%, pois assim o acondicionamento do ovo é facilitado, além do consumidor optar em maior número por estes ovos (Nunes da Silva, 1996). Se o *shape index* apresentar um valor superior, o ovo terá uma forma mais arredondada e se, pelo contrário, apresentar um valor inferior, o ovo apresentará uma forma mais alongada (Nunes da Silva, 1996).

Shell Index

O *Shell Index* é indicado para avaliar a fragilidade do ovo. Assim, quanto menor for o valor de *Shell Index* do ovo, mais elevada será a fragilidade do mesmo (Clerici, Casiraghi, Hidalgo & Rossi, 2006).

Cor da casca

A casca dos ovos de galinha pode tomar variadas cores desde a cor branca à castanha escura. A cor da casca é controlada por vários genes (Samiullah, Roberts & Chousalkar, 2015) e não influencia em nada o valor nutritivo do ovo (FAO, 2010). A cor castanha da casca deriva dos pigmentos do tipo porfirina, provenientes da hemoglobina. A intensidade desta cor pode variar com a idade da ave, sendo que em animais mais velhos a cor torna-se mais atenuada (Lang & Wells, 1987). Por outro lado, podem ocorrer processos inflamatórios nas porções finais do oviduto que alteram a cor da casca dos ovos por interferirem com a sua capacidade de mobilizar a porfirina (Rose, 1997).

Presença de Fendas

A presença de fendas pode ser identificada através de inspeção visual. As fendas podem ter tido a sua origem na ave, no momento da postura, ou em práticas de manejo inadequadas como manuseio incorreto dos ovos, alimentação inadequada dos animais ou piso impróprio da gaiola (Ethelbert, 2014).

Percentagem de casca

A percentagem de casca é um fator importante, porque permite estabelecer o grau de fragilidade da mesma. Quanto mais baixa for a percentagem de casca, mais elevada será a sua fragilidade e maior será a incidência de fendas. Assim, podemos associar uma baixa percentagem de casca a uma mais elevada contaminação microbiana do ovo devido à maior incidência de fendas, que permitirão uma maior passagem de microrganismos.

Qualidade Interna do ovo

Câmara de ar

A câmara de ar do ovo corresponde ao espaço existente entre as membranas que separam a casca do albúmen no polo mais largo do ovo. No momento da postura do ovo não existe câmara de ar ou esta apresenta dimensões muito reduzidas, assim a altura da câmara de ar é um parâmetro variável que permite avaliar a frescura do ovo. Esta câmara enche-se de ar após o ovo estar em contacto com o exterior, ocorrendo uma ligeira contração devido ao arrefecimento do ovo, uma vez que este é posto a uma temperatura de cerca de 40°C (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995). Assim, o vácuo resultante favorece a entrada de ar na respetiva câmara (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995).

Unidades Haugh

As unidades Haugh são um dos parâmetros mais utilizados como medida padrão de qualidade dos ovos, sendo frequentemente usadas por toda a indústria avícola desde a sua introdução em 1937 por Raymond Haugh. A partir do valor de unidades Haugh obtido, os ovos são classificados consoante uma escala de AA, A e B conforme a sua qualidade. Ovos com índices superiores a 72HU (AA) são considerados de excelente qualidade, de 60 a 71HU (A) qualidade média e quando obtêm um valor inferior a 60HU (B) são considerados de qualidade inferior (USDA, 2012). Assim, quanto mais elevado for o valor das unidades Haugh, mais elevada será a qualidade e a frescura do ovo. As unidades Haugh permitem então ter uma estimativa do tempo decorrido entre o momento de postura e análise do ovo, bem como das condições de armazenamento do mesmo (Xavier, et al., 2008).

Viscosidade

A viscosidade corresponde a uma propriedade física que representa a resistência ao escoamento, resultando do atrito entre as camadas do fluido (Daubert & Foegding, 1998), sendo calculada através de um coeficiente que depende da coesão das partículas (Ferreira, 2004), bem como da estrutura física e química do fluido, temperatura, pressão e taxa de corte (Severa, Nedomová & Buchara, 2009). A viscosidade do albúmen líquido é um parâmetro qualitativo importante para a indústria, uma vez que influencia as características funcionais, tais como a capacidade estabilizante, emulsionante e coagulante do mesmo (Kemps et al., 2010). Quanto menor for a viscosidade do albúmen líquido, menor será a frescura do ovo e, conseqüentemente menor será a qualidade do mesmo (Kemps et al., 2010).

pH do albúmen e da gema

O pH do albúmen e da gema do ovo aquando da postura tem um valor próximo da neutralidade (Nunes da Silva, 1996). Contudo, quanto mais tempo passa após a postura do ovo, mais fluido se torna o albúmen espesso devido a reações químicas que envolvem o ácido carbónico (H_2CO_3), o que levará a uma subida do pH do mesmo, uma vez que este ácido que apresenta um elevado poder tampão é fragmentado, formando-se água e CO_2 (Li-Chan, Powrie e Nakai, 1995; Severa et al., 2009). Quanto à gema, após a postura do ovo, o pH da gema vai aumentando devido à libertação de CO_2 pelos poros da casca para a atmosfera, originando uma menor produção de H_2CO_3 . As ligações entre as moléculas da membrana que envolve a gema começam a ficar mais fracas devido à subida do pH,

permitindo que a água se desloque do albúmen para a gema, aumentando o tamanho desta última (Severa et al., 2009).

Presença de Manchas de carne e Manchas de Sangue

A presença destes defeitos não interfere na qualidade nutritiva do ovo, contudo a sua presença é visualmente desagradável para o consumidor.

Cor da gema

A cor da gema relaciona-se com a alimentação da galinha. Pigmentos como as xantofilas, por exemplo, presentes nos alimentos são depositados na gema dos ovos durante a ovulação, uma vez que se movimentam dos músculos e pele para o ovário aquando da maturidade sexual da galinha (Zahroojian, Moravej & Shivazad, 2011). A gema pode tomar quinze cores, como se pode verificar pelo Leque Colorimétrico de Roche, desde o amarelo claro ao laranja forte. A cor da gema não interfere na qualidade do ovo, tratando-se apenas de uma preferência do consumidor (Mertens, et al., 2011).

2.6. Identificação do ovo

Os ovos são agrupados em quatro classes, consoante o seu peso, segundo o Regulamento (CE) n.º 557/2007 da comissão de 23 de Maio de 2007:

- XL: peso \geq 73 g;
- L: peso \geq 63 g e $<$ 73 g;
- M: peso \geq 53 g e $<$ 63 g;
- S: peso $<$ 53 g.

A União Europeia, pela Diretiva 2002/4/CE da Comissão de 30 de Janeiro de 2002, pretende que todos os seus estados-membro esclareçam o consumidor aquando do momento de compra dos ovos para consumo e para isso é obrigatório que estes apresentem na casca um código, como representado na figura 9.

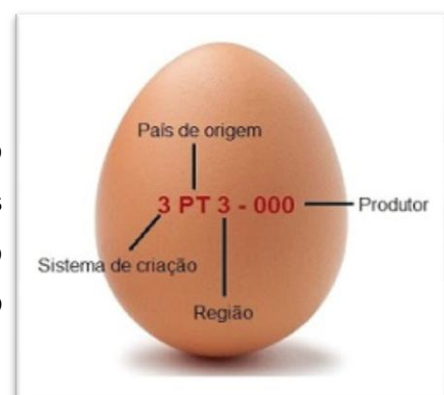


Figura 7: Identificação do ovo para consumo (Fonte: ASAE)

No código inscrito na casca do ovo (figura 9), o primeiro algarismo refere-se ao sistema de produção:

- 0 – biológico,
- 1 – ar livre,
- 2 – solo,
- 3 – gaiolas.

De seguida surge o código de cada Estado-Membro da União Europeia, sendo que PT refere-se a Portugal. O número seguinte indica a região do país e os últimos três dígitos identificam o produtor.

O nome e o endereço do produtor devem encontrar-se registados na embalagem do ovo.

2.7. Estado da arte e objetivos

Ao longo da revisão bibliográfica, pudemos constatar que são vários os fatores que determinam a qualidade final de um ovo para consumo e que esta está dependente também do tempo e temperatura de armazenamento.

Sekeroglu e Altuntas (2008) avaliaram o efeito da classe de peso do ovo na qualidade final do mesmo. Neste estudo, os ovos de cada classe de peso foram recolhidos ao acaso e armazenados à temperatura ambiente durante 24 horas antes de serem analisados (Sekeroglu & Altuntas, 2008). Este estudo concluiu que os ovos de classe de peso superior apresentavam a casca e gema mais escuras e que a altura do albúmen e da gema aumentavam quanto maior fosse o peso do ovo (Sekeroglu & Altuntas, 2008). A espessura da casca foi maior nos ovos de classe de peso intermédia e mais baixa nos ovos de dimensões superiores (Sekeroglu & Altuntas, 2008).

Ukwu, Ezihe, Asaa e Anyog (2017) avaliaram a influência do peso do ovo na qualidade de ovos de Isa Brown na Nigéria, usando para a análise 105 ovos distribuídos por 3 classes de peso, com 24 horas de idade. O peso dos ovos não influenciou significativamente ($P > 0,05$) as unidades Haugh e comprimento do albúmen das três classes de peso do ovo estudadas (Ukwu, et al., 2017).

Sinha, Mandal e Kumari (2017) avaliaram o efeito do peso do ovo na qualidade interna e externa do mesmo, usando para isso 211 ovos de Vanaraja e Gramapiya divididos consoante as classes de peso. Estes autores constataram que quanto mais elevado fosse o peso do ovo, mais elevado seria o *shape index*, altura da gema e do albúmen espesso,

($p < 0,05$) (Sinha et al, 2017). Por outro lado, os ovos de classe de peso superior foram os que apresentaram percentagem de casca mais elevada, ($p < 0,05$).

Jones e Musgrove (2005) realizaram um estudo para avaliar o efeito do tempo de armazenamento na qualidade do ovo. Os ovos usados neste trabalho foram armazenados a 4°C durante 10 semanas e o início da análise ocorreu no dia seguinte à postura dos mesmos (Jones & Musgrove, 2005). Estes autores concluíram que a extensão do período de armazenamento do ovo leva a decréscimos no peso do ovo, altura do albúmen e unidades Haugh. Contudo, os valores das unidades Haugh mantiveram-se sempre nos níveis aceitáveis para a classe A.

Samli, Agma e Senkoylu (2005) avaliaram o efeito do tempo e temperatura de armazenamento, bem como da sua associação na qualidade do ovo. Os ovos foram estudados quando armazenados por 2, 5, e 10 dias a 5, 21 e 29°C. A duração de 10 dias de tempo de armazenamento a uma temperatura até 29°C resultou numa deterioração significativa da qualidade do ovo. A altura do albúmen, unidades Haugh, pH do albúmen e da gema, gravidade específica e altura da câmara de ar foram os fatores mais importantes estudados e foram fortemente influenciados pela temperatura e tempo de armazenamento (Samli et al, 2005).

Existem diversos trabalhos publicados sobre a influência do peso do ovo na qualidade do mesmo e outros sobre o efeito da temperatura e tempo de armazenamento na qualidade deste quando é armazenado, mas poucos são os que relacionam a influência destas três variáveis na qualidade final do ovo para consumo. Uma vez que não existem estudos em que o tempo de armazenamento seja alargado até treze semanas de idade do ovo, este trabalho pretende colmatar essas inexistências. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade das características físicas de ovos de diferentes classes de peso, S, M e L, armazenados em condições de temperatura diferentes, 5°C e 18°C ao longo de treze semanas.

3. Materiais e Métodos

O trabalho laboratorial foi realizado no Laboratório Pais de Azevedo, pertencente ao Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

3.1. Amostragem

Os ovos analisados nesta dissertação foram postos por galinhas poedeiras da estirpe comercial Lohmann Brown Classic de 37 semanas de idade. As galinhas estavam alojadas num sistema de gaiolas melhoradas na Zêzerovo, em Ferreira do Zêzere. Foi administrado aos animais um alimento composto completo, cujos principais ingredientes foram o milho, sêmea de trigo, bagaços de soja e de girassol. Garantiu-se assim que os animais estavam em condições semelhantes, pois eram da mesma estirpe, mesma idade, tiveram a mesma alimentação e estavam alojados no mesmo pavilhão, no mesmo tipo de gaiolas.

Foram recolhidos 1080 ovos que pertenciam a três classes de peso, S (peso do ovo inferior a 53 g), M (peso do ovo entre 53 e 63 g) e L (Peso do ovo entre 63 e 73 g). Após a recolha dos ovos e transporte destes para o Laboratório Pais de Azevedo, foram armazenados 540 ovos (180 ovos tipo S, 180 ovos tipo M, 180 ovos tipo L) no frigorífico a uma temperatura de 5°C. Os restantes 540 ovos (180 ovos tipo S, 180 ovos tipo M, 180 ovos tipo L) foram armazenados numa sala a uma temperatura constante de 18°C.

Assim, foram analisados semanalmente ovos provenientes destes tratamentos, ao longo de treze semanas, iniciando-se o estudo no dia seguinte à postura dos mesmos, a que corresponde a semana 0 de análise. Em cada semana foram analisados 10 ovos provenientes de cada tratamento mencionado, perfazendo assim um total de 60 ovos semanais.

3.2. Análise das Características Físicas dos Ovos

Após a entrada dos ovos no laboratório, estes foram identificados com o número interno em cada um dos seus polos opostos. O mesmo número foi usado para identificar um gobelé e duas placas de Petri para colocar o albúmen, gema, e casca respetivamente. Aquando da análise individual dos ovos, o resultado de cada teste foi apontado num registo individual, presente no anexo 1.

Para se realizar a análise das características físicas dos ovos, procedeu-se à execução dos seguintes testes pela ordem subsequente: pesagem do ovo inteiro; medição do diâmetro equatorial e altura do ovo; classificação da cor da casca; miragem para verificação da presença de fendas na casca; determinação da altura da câmara de ar; classificação da cor da gema, verificação da presença de manchas de carne e manchas de sangue; medição da largura e comprimento do albúmen; medição do diâmetro da gema; medição da altura da gema e albúmen espesso; medição da viscosidade do albúmen líquido; pesagem da gema; medição do pH do albúmen e da gema e pesagem da casca. A partir da recolha dos resultados dos testes acima referidos procedeu-se à determinação do peso do albúmen por diferença entre o peso do ovo e pesos da casca e gema; determinação percentual dos diferentes constituintes do ovo; cálculo das unidades Haugh, *shape index* e *shell index*.

3.2.1. Determinação do peso do ovo e dos seus constituintes: gema, albúmen, casca

Os ovos foram pesados através do auxílio de uma balança analítica (figura 10).

Após o ovo ter sido partido e se ter determinado o comprimento e largura do albúmen, diâmetro da gema, bem como a altura do albúmen espesso e da gema realizou-se a divisão destes constituintes. O albúmen foi recolhido com o auxílio de uma pipeta, de modo a garantir a sua total separação da gema. O albúmen foi então introduzido num frasco anteriormente identificado. A gema foi inserida numa placa de Petri, procedendo-se à sua pesagem (figura 11). A casca do ovo foi colocada noutra placa de Petri, que foi então armazenada na estufa, para ser seca a uma temperatura de 60°C durante 24 horas. Depois desta etapa, deixou-se repousar as cascas durante algumas horas fora da estufa, de modo a que estas atingissem a temperatura ambiente, sendo então pesadas. O peso do albúmen foi então calculado por diferença entre o peso do ovo inteiro e a soma dos pesos da gema e da casca após a secagem. A partir dos resultados dos pesos do ovo inteiro, casca, gema e albúmen foram determinadas as suas percentagens no peso total dos ovos.



Figura 10: Pesagem do ovo inteiro com recurso a uma balança analítica.



Figura 11: Pesagem da gema com recurso a uma balança analítica.

3.2.2. Determinação do diâmetro equatorial e altura do ovo; *shape index* e *shell index*

Após a pesagem do ovo inteiro foi medido o diâmetro equatorial e altura do ovo através do uso de um paquímetro.

A partir destes resultados procedeu-se à determinação do *shape index*, cuja fórmula é:

$$shape\ index = \left(\frac{W}{I}\right) * 100$$

Onde:

W, diâmetro equatorial do ovo em mm

I, altura do ovo em mm

O *shell index* (g/cm²) foi determinado recorrendo à seguinte fórmula:

$$shell\ index = \left(\frac{SW}{W * I}\right) * 100$$

Onde:

SW, peso da casca em g

W, diâmetro do ovo em cm

I, altura do ovo em cm

3.2.3. Classificação da cor da casca

Para a classificação da cor da casca, foi usada uma escala criada por Fernandes (2014), sendo que ao número 1 corresponde a cor mais clara e ao número 6 a mais escura, como pode ser observado na figura 12. A classificação da cor da casca de cada ovo foi realizada sempre na presença de um foco de luz, estando a casca em baixo deste foco, para se realizar uma comparação mais precisa entre a cor da mesmas e as diversas colorações existentes na escala.

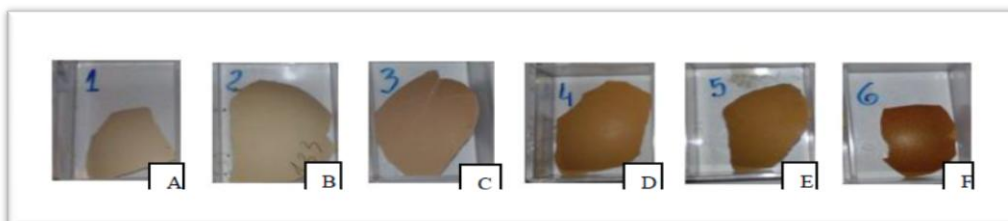


Figura 8: Escala de Classificação da Cor da Casca (Fonte: Fernandes, 2014).
Nota: A1: cor da casca mais clara; F6: cor da casca mais escura.

3.2.4. Miragem e determinação da altura da câmara de ar

A miragem dos ovos teve como objetivo a verificação da presença ou ausência de fendas na casca e foi realizada no laboratório sem a presença de claridade natural e com as luzes desligadas para garantir o máximo possível de escuridão, permitindo uma análise mais precisa. Para a realização da miragem utilizou-se um ovoscópio em forma de lanterna que possibilita a observação do interior do ovo.

Seguidamente, partiu-se o ovo para um tabuleiro de superfície lisa, totalmente cinzenta sem relevo ou inclinação, com o intuito do albúmen se poder espalhar livremente. Após a estabilização do albúmen nesta área, continuou-se com as restantes análises. Na casca, mediu-se a altura da câmara de ar com uma régua graduada para o efeito que tem uma abertura em forma de ovo (figura 13).

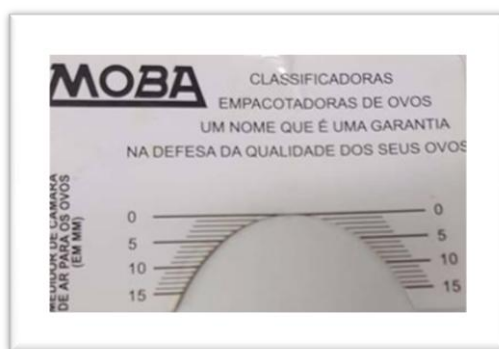


Figura 9: Régua utilizada na medição da Altura da Câmara de Ar (Fonte: MOBA, s.d.).

3.2.5. Classificação da Cor da Gema

Para classificar a cor da gema foi utilizado o Leque Colorimétrico de Roche (figura 14). Este leque colorimétrico é constituído por quinze graduações, sendo que a número um corresponde ao amarelo claro, cor mais clara presente, e a número quinze corresponde ao laranja avermelhado, a cor mais escura. A classificação da gema de cada ovo foi realizada sempre na presença de um foco de luz branca, estando a gema por baixo do leque,



Figura 10: Leque Colorimétrico de Roche
Nota: 1: amarelo claro (cor mais clara presente), 15: laranja avermelhado (cor mais escura presente).

comparando as graduações existentes com a da gema.

3.2.6. Presença de Defeitos

Depois do ovo ser partido, observou-se visualmente a presença ou ausência de manchas de sangue (figura 15) e manchas de carne (figura 16) e o seu número foi contabilizado e registrado.



Figura 11: Mancha de sangue.



Figura 12: Mancha de carne.

3.2.7. Determinação das unidades Haugh

Com o auxílio de uma régua graduada mediu-se o comprimento e largura do albúmen.

Para a determinação da qualidade interna do ovo foi usado um medidor de altura do albúmen, que mede a altura do albúmen mais próximo da gema, o albúmen espesso, com uma sensibilidade de 0,1mm. O ponto para a realização da medição situa-se a cerca de 1 cm de distância da gema (figura 17). O valor dado em milímetros foi anotado e posteriormente inserido na seguinte fórmula:

$$HU=100 \times \log (h - 1,7 \times W^{0.37} + 7.57)$$

Onde:

HU: unidades Haugh

h, altura do albúmen espesso, em mm

W, peso do ovo inteiro, em gramas



Figura 13: Determinação da altura do albúmen espesso.

3.2.8. Determinação da viscosidade do albúmen líquido

A viscosidade do albúmen líquido foi medida com o auxílio de um viscosímetro (modelo LVDVCP-II Brookfield Engineering Laboratories Middleboro MA), a seis rpm. Recolheu-se com uma pipeta 1 mL de albúmen líquido das zonas mais afastadas da gema e colocou-se no aparelho.

3.2.9. Determinação do pH do albúmen e da gema

O aparelho utilizado para a determinação do pH do albúmen e da gema foi o Eléctrodo 744 pH Meter (Metrohm, Suíça) que foi calibrado diariamente, conforme o procedimento presente no anexo 2. Para a determinação do pH do albúmen, o eléctrodo foi colocado no frasco que continha o albúmen do ovo e na determinação do pH da gema, o eléctrodo foi colocado na placa de Petri que continha a gema do ovo. O eléctrodo foi limpo com água destilada e seco com papel macio entre cada utilização.

3.3. Análise Estatística

A análise estatística foi efetuada recorrendo ao programa SAS (SAS Institute, 2012). Realizou-se uma análise de variância, comparando as médias de cada parâmetro estudado pelo teste de Duncan, através dos procedimentos General Linear Models do programa SAS. A frequência de ovos com presença de fendas, manchas de sangue e de carne foi analisada pelo teste do Qui-quadrado através do programa SAS (SAS Institute, 2012). As diferenças entre médias foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

4. Resultados

É importante salientar que ao longo das treze semanas de análise dos ovos estes sofreram variações no seu peso, o que levou a que, em alguns casos, a classe de peso do ovo se alterasse. Contudo, nesta dissertação quando é mencionada a classe de peso do ovo, estamos a referir a sua classe de peso inicial, que foi identificada no dia de postura.

Por outro lado, ocorreram também alterações nalguns ovos que inviabilizaram a sua análise física. Inicialmente, quando um ovo apresentava alguma alteração física era substituído por outro que estava armazenado nas mesmas condições e que pertencia à mesma classe de peso. Contudo, começaram a ocorrer demasiadas alterações, o que levou a que a partir da semana 10 não fosse possível analisar os ovos do tratamento L a 18°C, a partir da semana 11 os ovos do tratamento M a 18°C e na última semana de análise, semana 12, apenas foi possível estudar os ovos armazenados a 5°C, das três classes de peso presentes, S, M e L. Com o intuito dos gráficos apresentados serem credíveis, nos que apresentam simplesmente a classe de peso do ovo ou temperatura de armazenamento e os que mostram as diversas interações entre classe de peso, temperatura e tempos de armazenamento apenas estão incluídos os dados recolhidos até à semana 9 inclusive. Assim, os dados referentes às 1 semanas de análise apenas estão representados nos gráficos que têm o tempo de armazenamento como abcissa e cujos dados não estão diferenciados consoante a classe de peso ou temperatura de armazenamento do ovo.

É também importante salientar que os ovos L armazenados a 18°C foram os primeiros a exibir características de putrefação, seguindo-se os M a 18°C e por fim os S a 18°C. Nas treze semanas de análise não se registou nenhum caso de putrefação nos ovos armazenados a 5°C em nenhuma das classes de peso estudadas.

4.1. Peso do ovo e dos seus constituintes

Peso do Ovo

No gráfico 1 está representada a relação entre o peso do ovo (g) e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso (S, M, L).

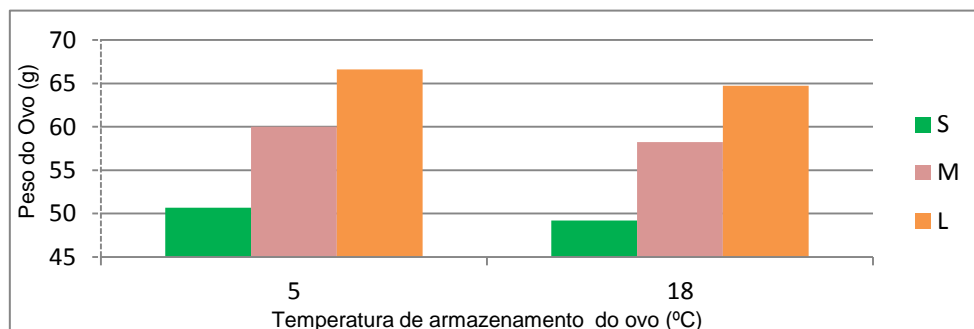


Gráfico 1: Relação entre o peso do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p=0,6946$).

Verificou-se que a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso não exerceu um efeito significativo no peso do ovo inteiro, ($p=0,6946$).

No gráfico 2 está representada a relação entre a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C) e o peso do ovo (g).

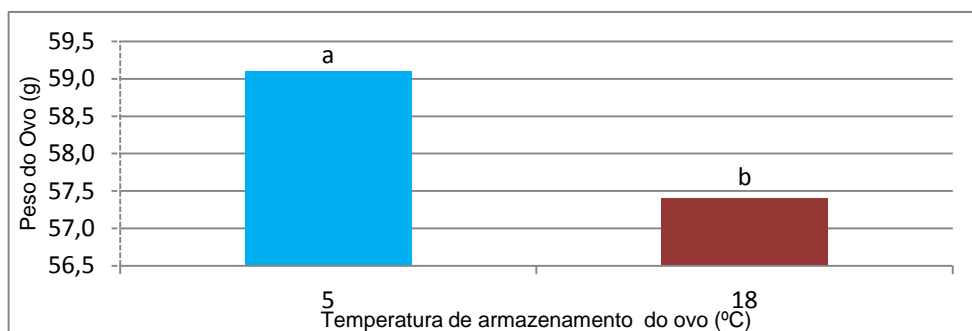


Gráfico 2: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e o peso, ($p<0,0001$).

Concluiu-se que a média do peso dos ovos armazenados a uma temperatura de 5°C foi significativamente superior à dos armazenados a 18°C, ($p<0,0001$).

No gráfico 3 está representada a relação entre o peso do ovo (g) e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso (S, M, L).

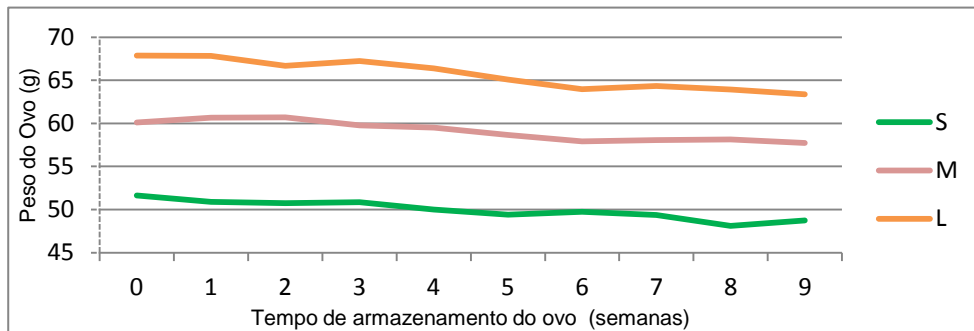


Gráfico 3: Relação entre o peso do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso, ($p=0,4727$).

Verificou-se que a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso não exerceu um efeito significativo no peso do ovo inteiro, ($p=0,4727$),

No gráfico 4 está representada a relação entre o peso do ovo inteiro (g) e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C).

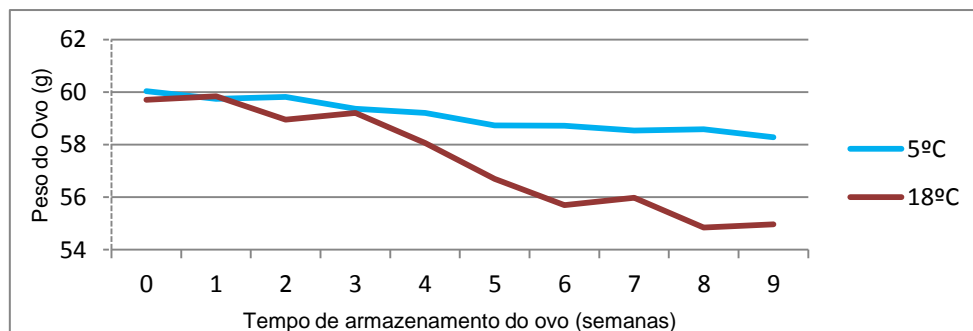


Gráfico 4: Relação entre o peso do ovo inteiro e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento, ($p<0,0001$).

Constatou-se que, globalmente, ocorreu uma descida do peso do ovo inteiro quando comparamos a primeira e última semanas de análise, ($p<0,0001$).

Percentagem de gema

No gráfico 5 está representada a relação entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso (S, M, L).

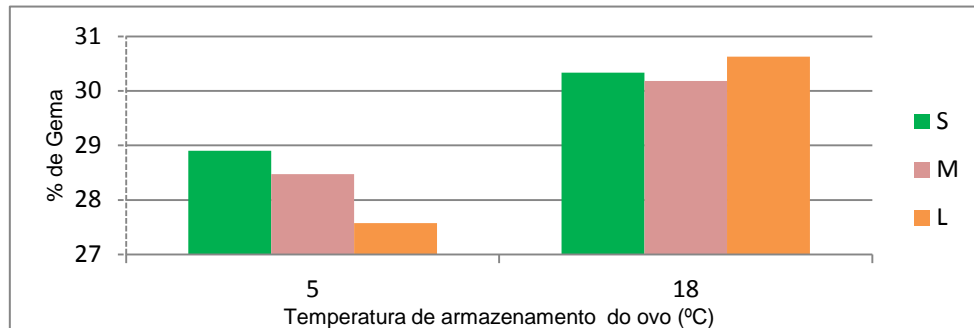


Gráfico 5: Relação entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p=0,4942$).

Depreendeu-se que a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo não exerceu um efeito significativo na percentagem de gema, ($p=0,4942$). Globalmente, não se registaram diferenças significativas na percentagem de gema entre as três classes de peso estudadas, ($p=0,7677$), como se pode constatar através da análise do gráfico 39, presente no anexo 3. Por outro lado, registou-se que a percentagem de gema foi superior quando os ovos estavam armazenados a 18°C, ($p=0,0005$), como se pode constatar através da análise do gráfico 40, presente no anexo 3.

No gráfico 6 está representada a relação entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a sua classe de peso (S, M, L).

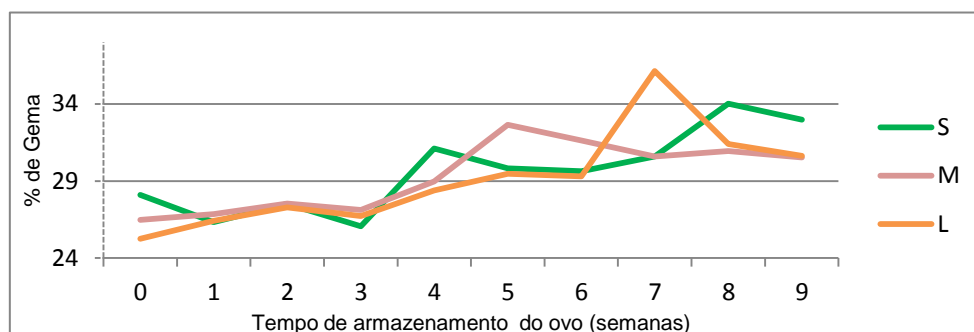


Gráfico 6: Relação entre a percentagem de gema do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a sua classe de peso, ($p=0,4815$).

Depreendeu-se que a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso não exerceu um efeito significativo na percentagem de gema do ovo, ($p=0,4815$).

No gráfico 7 está representada a relação entre a percentagem de gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

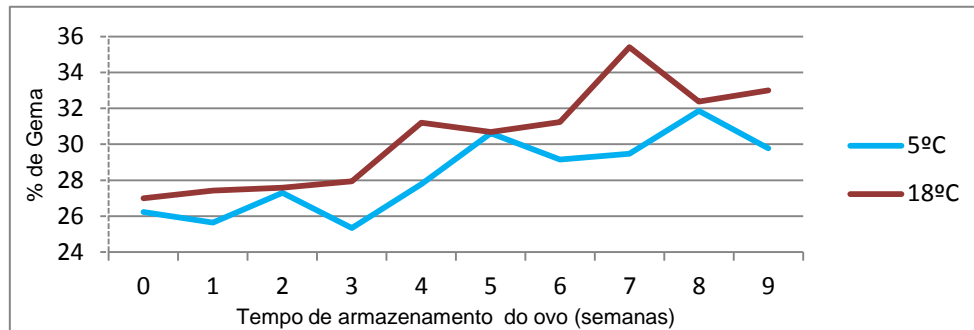


Gráfico 7: Relação entre a percentagem de gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p=0,4951$).

Depreendeu-se que a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento não exerceu um efeito significativo na percentagem de gema, ($p=0,4951$).

Percentagem de albúmen

No gráfico 8 está representada a relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C) e a classe de peso (S, M, L).

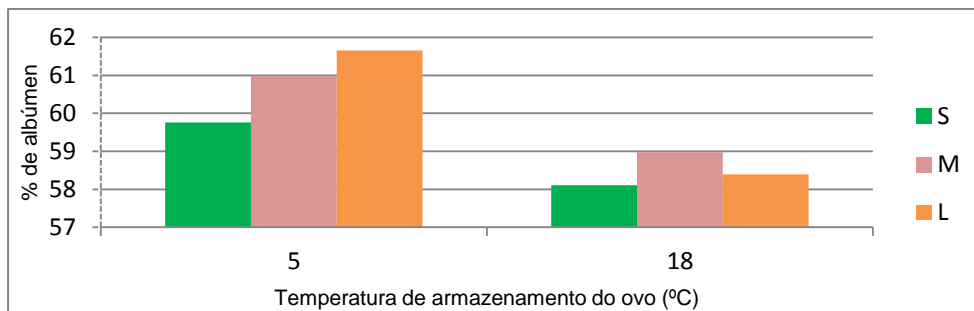


Gráfico 8: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a classe de peso do ovo, ($p=0,5264$).

Registou-se que a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a classe de peso não exerceu um efeito significativo na percentagem de albúmen, ($p=0,5254$). Globalmente, não foram encontradas diferenças significativas entre as três classes de peso estudadas quanto à percentagem de albúmen, ($p=0,2531$), como se pode constatar pela análise do gráfico 42, presente no anexo 3. Por outro lado, registou-se que, a nível global, os ovos armazenados a 5°C apresentaram uma média de percentagem de albúmen superior à dos que se encontravam a 18°C, ($p=0,0002$), como se pode constatar através da análise do gráfico 43, presente no anexo 3.

No gráfico 9 está representada a relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a classe de peso (S, M, L).

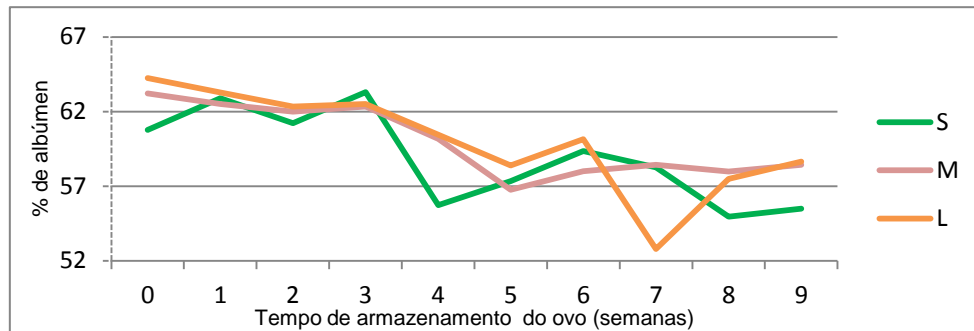


Gráfico 9: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a classe de peso, ($p=0,4595$).

Constatou-se que a interação entre o tempo de armazenamento do ovo e a classe de peso não exerceu um efeito significativo na percentagem de albúmen, ($p=0,4595$). Globalmente, constatou-se que ocorreu uma diminuição da percentagem de albúmen entre a primeira e a última semanas de armazenamento, ($p<0,0001$), como se pode depreender através da análise do gráfico 44 presente no anexo 3.

No gráfico 10 está representada a relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

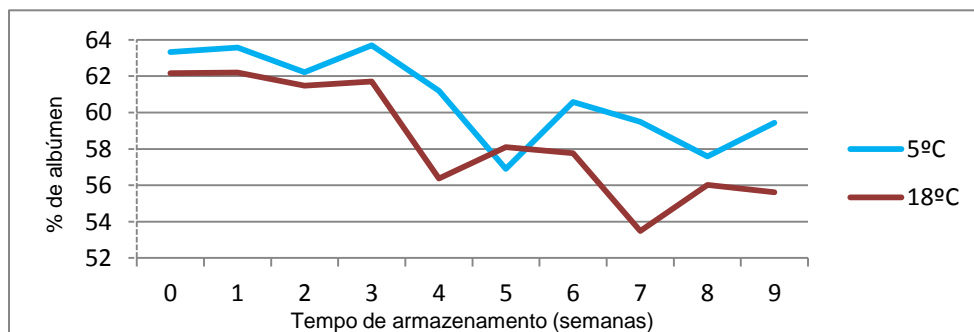


Gráfico 10: Relação entre a percentagem de albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p=0,2879$).

Verificou-se que a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo não exerceu um efeito significativo na percentagem de albúmen ($p=0,2879$).

Percentagem de Casca

No gráfico 11 está representada a relação entre a percentagem de casca e a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a classe de peso (S, M, L).

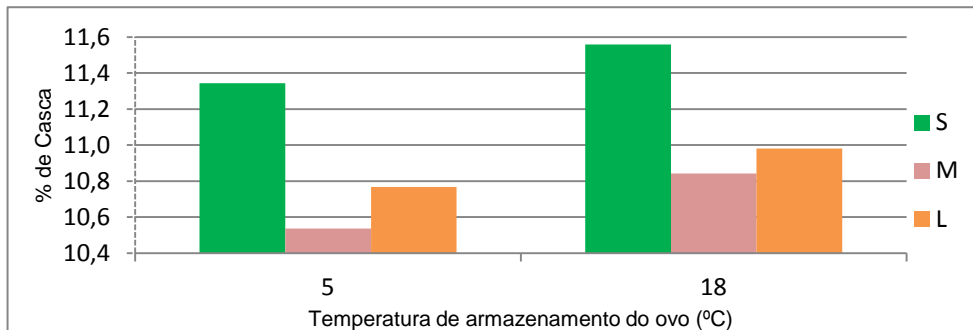


Gráfico 11: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,9314$).

Verificou-se que a interação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a classe de peso não teve um efeito significativo na sua percentagem de casca, ($p=0,9314$).

No gráfico 12 está representada a relação entre a classe de peso do ovo (S, M, L) e a percentagem de casca.

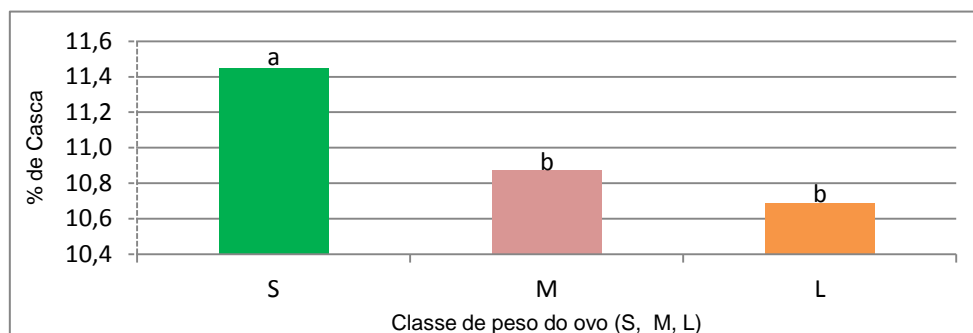


Gráfico 12: Relação entre a classe de peso do ovo e a percentagem de casca ($p<0,0001$).

A classe de peso S foi a que apresentou uma média de percentagem de casca superior, ($p<0,0001$), seguindo-se as M e a L com médias inferiores e sem diferenças significativas entre si.

No gráfico 13 está representada a relação entre a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C) e a percentagem de casca.

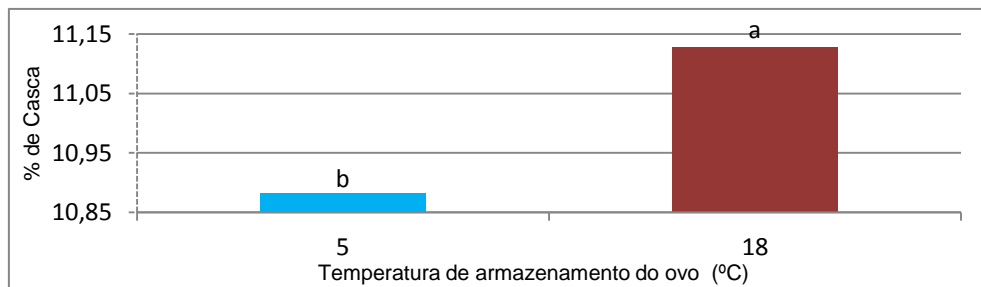


Gráfico 13: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p=0,0325$).

Globalmente, a média da percentagem de casca foi superior quando os ovos estavam armazenados a uma temperatura de 18°C, ($p=0,0325$).

No gráfico 14 está representada a relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

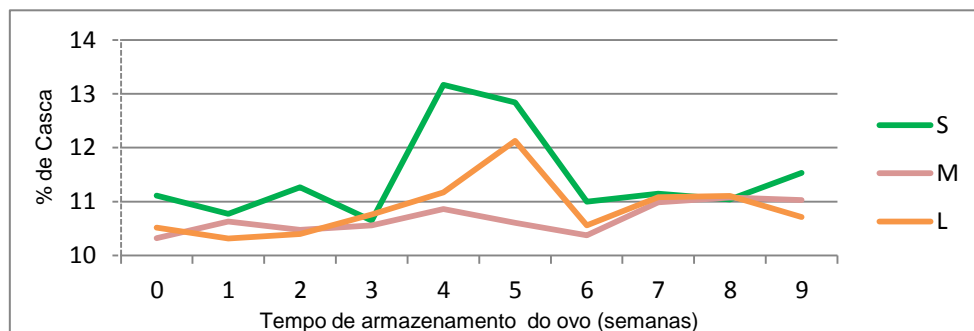


Gráfico 14: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,0016$).

Globalmente ocorreu um aumento da percentagem de casca quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p=0,0016$).

No gráfico 15 está representada a relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

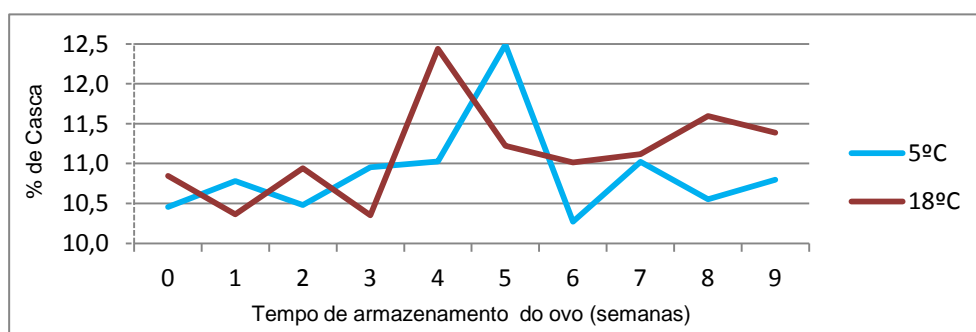


Gráfico 15: Relação entre a percentagem de casca e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p<0,0001$).

Identificaram-se para ambas as temperaturas estudadas ligeiras oscilações na percentagem de casca à medida que o tempo de armazenamento aumentava, registando-se uma percentagem de casca superior na última semana estudada em relação à primeira, ($p < 0,0001$).

4.2. *Shape index* e *Shell index*

Para se proceder ao cálculo do *Shape index* e *Shell index* foi necessário determinar o diâmetro equatorial e altura do ovo, cujos gráficos se encontram presentes no anexo 3. Partindo do princípio que o *shape index* e *shell index* não variam consoante o tempo e temperatura de armazenamento do ovo, apenas serão apresentados os resultados que relacionam o *shape index* e *shell index* com a classe de peso do ovo.

Shape index

No gráfico 16 está representada a relação entre a classe de peso (S, M, L) e o *shape index* (%) do ovo.

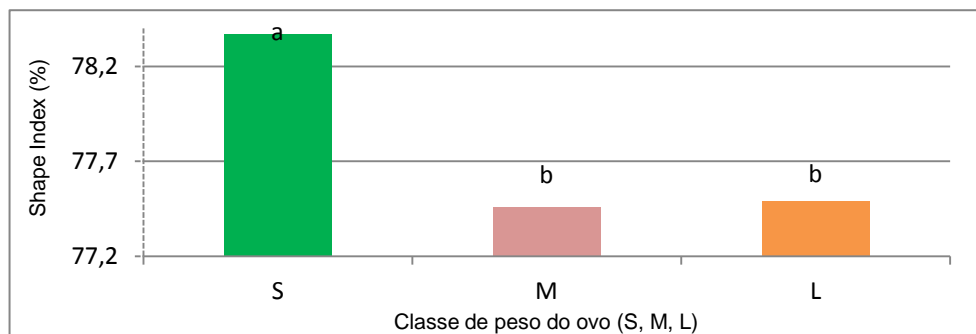


Gráfico 16: Relação entre a classe de peso do ovo e o *shape index*, ($p=0,0059$).

Verificou-se que a classe de peso S foi a que apresentou um *shape index* mais elevado, ($p=0,0059$), seguindo-se as classes M e L com um *shape index* semelhante e mais baixo.

Shell index

No gráfico 17 está representada a relação entre a classe de peso do ovo (S, M, L) e o *shell index* (g/cm²).

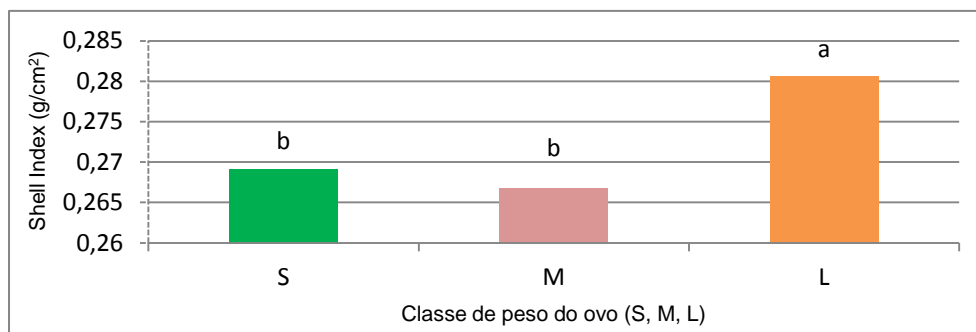


Gráfico 17: Relação entre a classe de peso do ovo e o *Shell Index*, (p=0,0002).

Verificou-se que a classe de peso L foi a que apresentou um *shell index* mais elevado, (p=0,0002), seguindo-se as classes S e M com as médias de *shell index* mais reduzidas e sem diferenças significativas entre si.

4.3. Cor da Casca

Partindo do princípio que a cor da casca não varia consoante o tempo e temperatura de armazenamento do ovo, apenas serão apresentados os resultados que relacionam a cor da casca com a classe de peso do ovo.

No gráfico 18 está representada a relação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a cor da casca do ovo consoante a classe de peso (S, M, L).

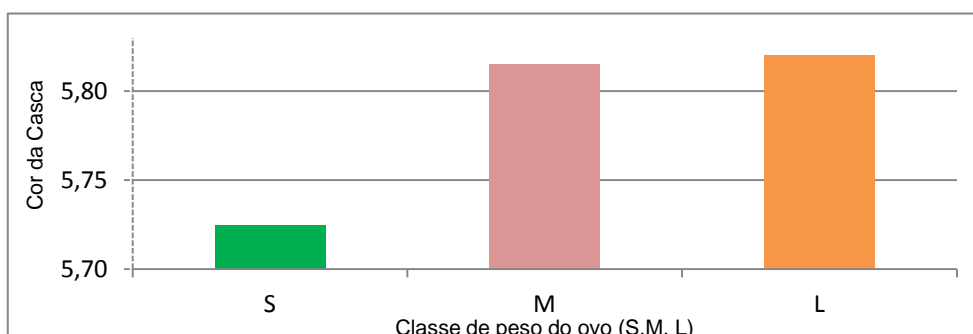


Gráfico 18: Relação entre a classe de peso do ovo e a cor da casca, (p=0,0837).

Verificou-se que a classe de peso do ovo não exerceu um efeito significativo na cor da casca, (p=0,0837).

4.4. Altura da Câmara de Ar

No gráfico 19 está representada a relação entre a altura da câmara de ar do ovo (mm) e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso do ovo (S, M, L).

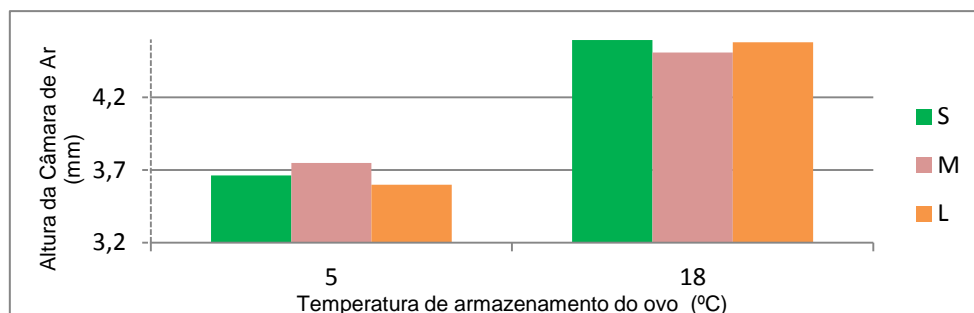


Gráfico 19: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,3551$).

Constatou-se que a temperatura de armazenamento do ovo, tendo em conta a classe de peso não exerceu um efeito significativo na altura da câmara de ar, ($p=0,3551$).

No gráfico 20 está representada a relação entre a altura da câmara de ar (mm) do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

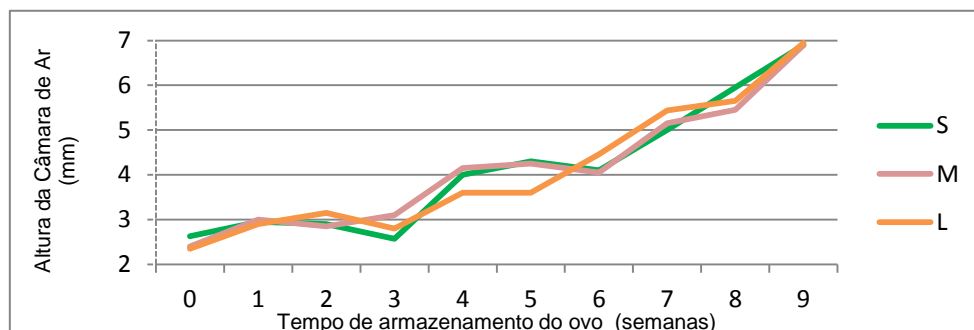


Gráfico 20: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,0246$).

Verificou-se que globalmente existiu predominantemente um aumento na média da altura da câmara de ar à medida que o tempo de armazenamento avançava, tendo-se registado uma subida acentuada entre as semanas 0 e 9, ($p=0,0246$), como se pode constatar através da análise do gráfico 49, presente no anexo 3.

No gráfico 21 está representada a relação entre a altura da câmara de ar do ovo (mm) e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

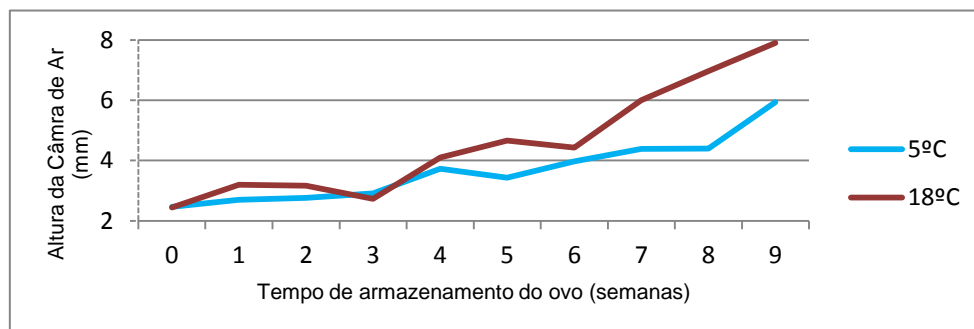


Gráfico 21: Relação entre a altura da câmara de ar do ovo e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,0001$).

Existiu predominantemente um aumento na altura da câmara de ar ao longo do tempo de armazenamento, comparando as semanas 0 e 9, ($p < 0,0001$).

4.5. Cor da Gema

Partindo do princípio que a cor da gema não varia consoante o tempo e temperatura de armazenamento do ovo, apenas serão apresentados os resultados que relacionam a cor da gema com a classe de peso.

No gráfico 22 está representada a relação entre a classe de peso do ovo (S, M, L) e a cor da gema.

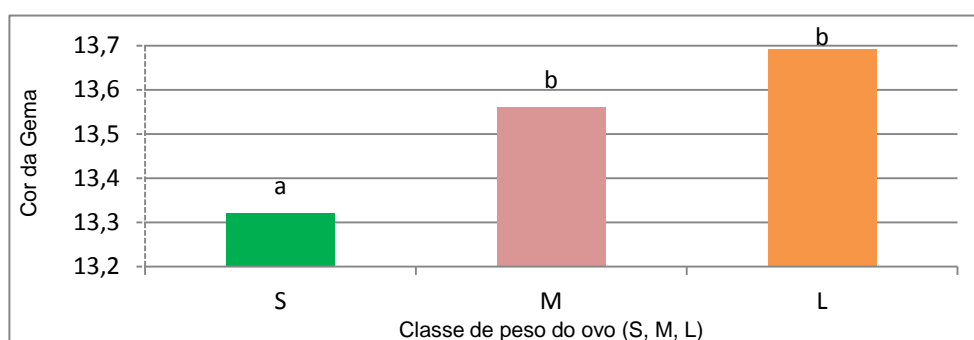


Gráfico 22: Relação entre a classe de peso do ovo e a cor da gema, ($p < 0,0001$).

Depreendeu-se que as classe de peso L e M foram as que apresentaram uma média de cor da gema mais escura e sem diferenças significativas entre si, em relação à classe de peso S que apresentou a média da cor da gema mais clara, ($p < 0,0001$).

4.6. Presença de Defeitos

Como já foi abordado anteriormente, os defeitos encontrados nos ovos podem ser ao nível da casca, com a presença de fendas, ou ao nível da gema e da clara, com a presença de manchas de sangue e de carne. A temperatura e o tempo de armazenamento do ovo não terão qualquer influência na presença de defeitos, pois estes são armazenados já com ou sem defeito. O número de fendas foi contabilizado para cada uma das diversas classes de peso analisadas nesta dissertação e as respetivas percentagens encontram-se expressas no quadro 5.

Quadro 5: Percentagem de Fendas presente nas classes de peso S, M e L.

	S	M	L
Manchas de Sangue (%)	11,74	11,74	14,35
Manchas de Carne (%)	20	16,96	24,78

No quadro 6 encontram-se as percentagens de manchas de sangue e manchas de carne que foram encontradas nas diferentes classes de peso.

Quadro 6: Percentagem de Manchas de Sangue e Manchas de carne presentes nas classes de peso S, M e L.

	S	M	L
Fendas (%)	14,43	14,57	10,5

Os resultados da análise do teste do qui-quadrado para a presença de defeitos não mostraram uma diferença significativa ($p > 0,05$) nos ovos das classes de peso S, M e L, indicando que nestes ovos a classe de peso não influenciou o aparecimento de fendas, manchas de sangue ou manchas de carne.

4.7. Unidades Haugh

Unidades Haugh

No gráfico 23 está representada a relação entre as unidades Haugh do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso (S, M, L).

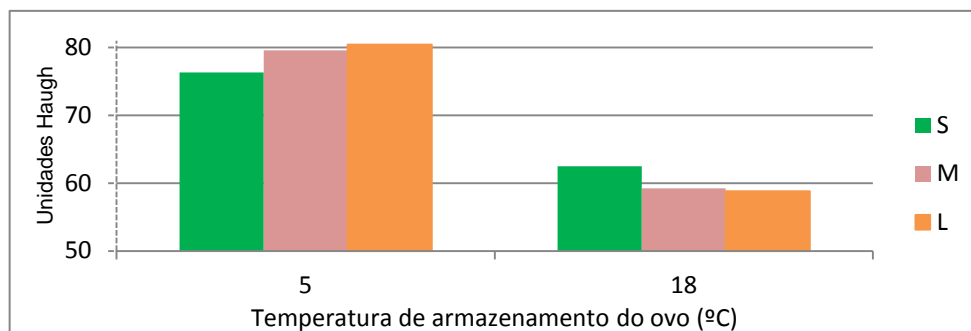


Gráfico 23: Relação entre as unidades Haugh do ovo e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso, ($p < 0,0001$).

Constatou-se que, em termos globais, o valor das unidades Haugh foi superior quando os ovos estavam armazenados a 5°C, ao invés dos armazenados a 18°C, ($p < 0,0001$). Por outro lado, pode-se concluir que em termos globais não existiram diferenças significativas entre as três classes de peso estudadas quanto às unidades Haugh, ($p = 0,9206$), como se pôde constatar pela análise do gráfico 50 presente no anexo 3.

No gráfico 24 está representada a relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

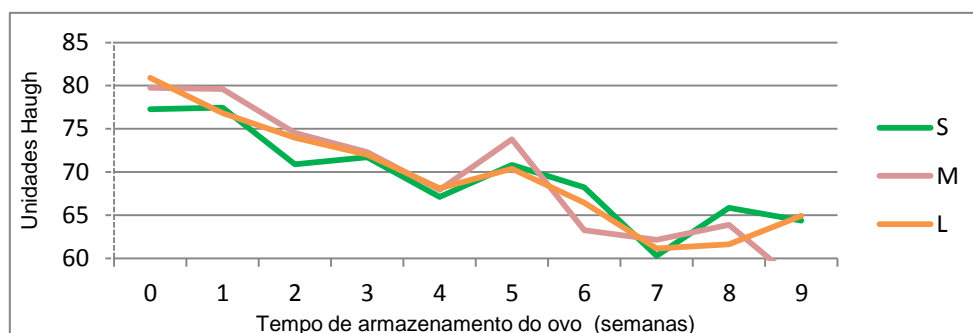


Gráfico 24: Relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p = 0,00014$).

Concluiu-se que ocorreu uma descida das unidades Haugh quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p = 0,00014$).

No gráfico 25 está representada a relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

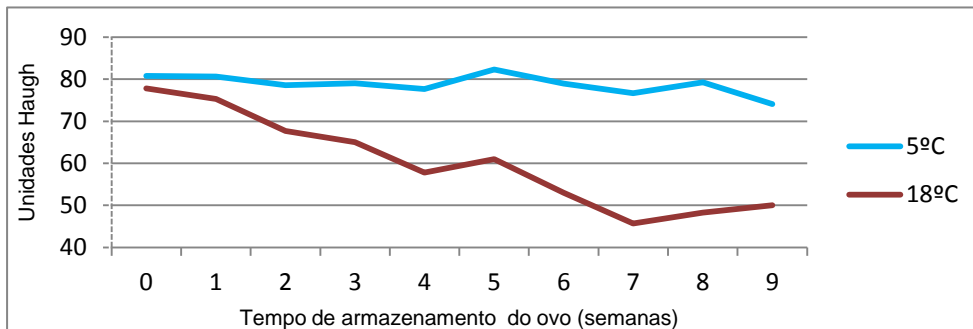


Gráfico 25: Relação entre as unidades Haugh e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,0001$).

Concluiu-se que a média das unidades Haugh dos ovos armazenados a 5°C foi superior à dos armazenados a 18°C, ($p < 0,0001$).

4.8. Viscosidade do albúmen líquido

No gráfico 26 está representada a relação entre a viscosidade do albúmen líquido (cps) e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso do ovo (S, M e L).

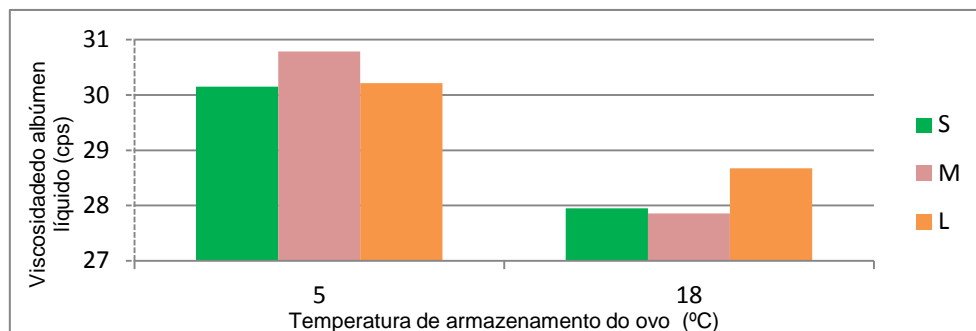


Gráfico 26: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p = 0,5202$).

Depreendeu-se que a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo não exerceu um efeito significativo na viscosidade do albúmen líquido, ($p = 0,5202$). Globalmente, não se registaram diferenças entre as três classes de peso estudadas quanto à viscosidade, ($p = 0,8011$), como se pôde constatar através da análise do gráfico 52, presente no anexo 3. Por outro lado, a média da viscosidade do albúmen líquido dos ovos armazenados a 5°C foi superior à dos que estavam a 18°C, ($p < 0,0001$), como se pôde constatar através da análise do gráfico 53, presente no anexo 3.

No gráfico 27 está representada a relação entre a viscosidade do albúmen líquido (cps) e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

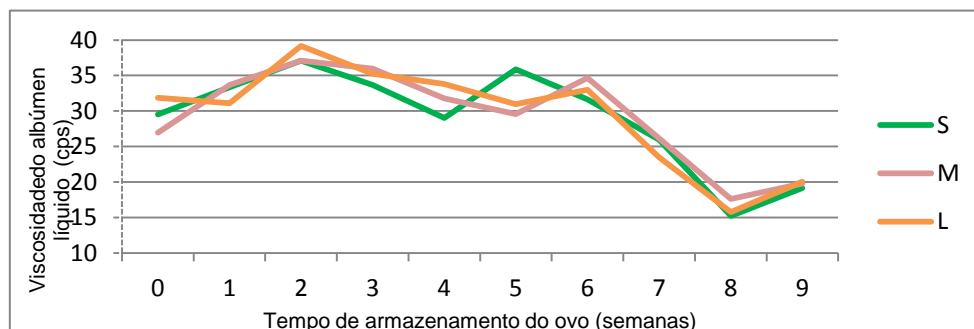


Gráfico 27: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,0074$).

Concluiu-se que ocorreram oscilações na viscosidade do albúmen líquido ao longo do tempo de armazenamento, tendo ocorrido uma descida significativa da mesma quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p=0,0074$).

No gráfico 28 está representada a relação entre a viscosidade do albúmen líquido (cps) e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

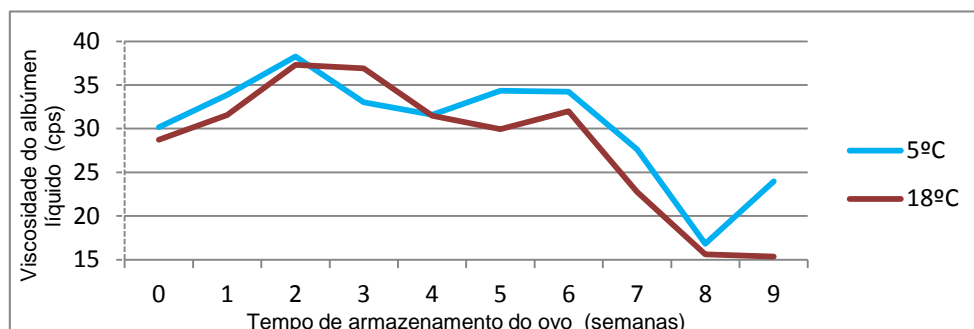


Gráfico 28: Relação entre a viscosidade do albúmen líquido e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p<0,0001$).

Concluiu-se que ocorreram oscilações na viscosidade do albúmen líquido ao longo do tempo de armazenamento, sendo que globalmente se registaram valores médios de viscosidade mais elevados nos ovos armazenados a 5°C , ($p<0,0001$).

4.9. pH do albúmen e da gema

pH do albúmen

No gráfico 29 está representada a relação entre o pH do albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso do ovo (S, M, L).

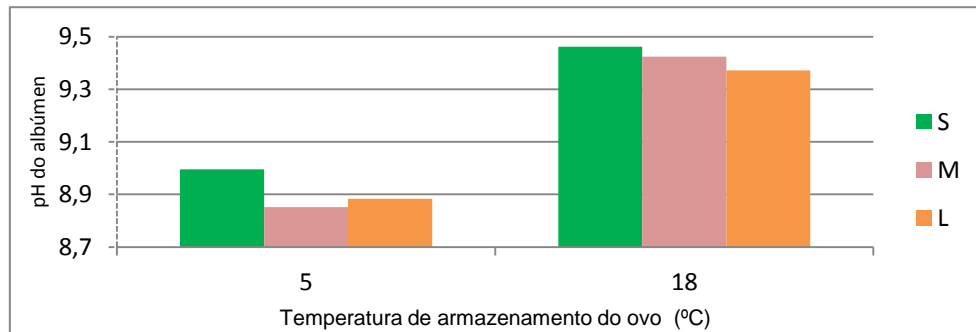


Gráfico 29: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo ($p=0,0283$).

Concluiu-se que, globalmente, os ovos armazenados a 18°C apresentaram pH do albúmen superior aos armazenados a 5°C, ($p=0,0283$).

No gráfico 30 está representada a relação entre a classe de peso do ovo (S, M, L) e o pH do albúmen.

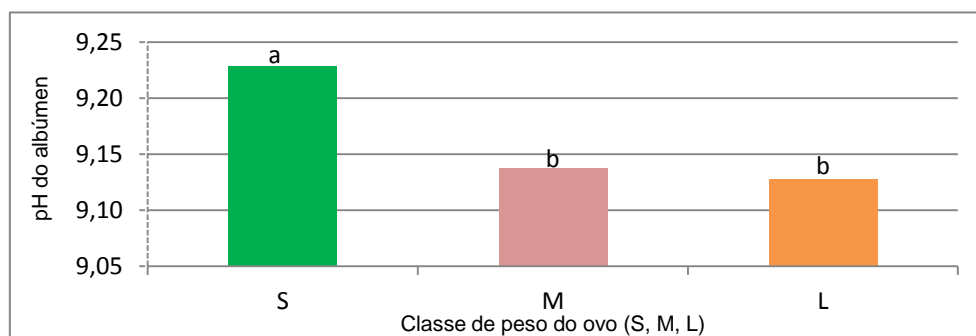


Gráfico 30: Relação entre a classe de peso do ovo e o pH do albúmen, ($p<0,0001$).

Concluiu-se que a média do pH do albúmen foi superior na classe de peso S, ($p<0,0001$), seguindo-se as classes M e L com as médias mais baixas e que não foram significativamente diferentes entre si.

No gráfico 31 está representada a relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

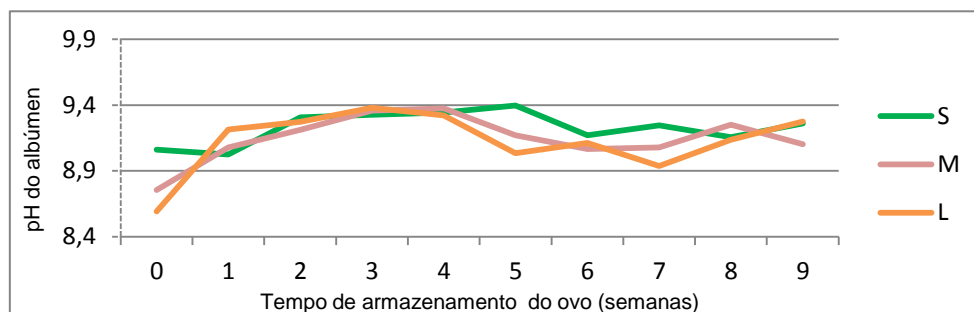


Gráfico 31: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,0001$).

Concluiu-se que globalmente ocorreu uma subida do pH quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p < 0,0001$).

No gráfico 32 está representada a relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

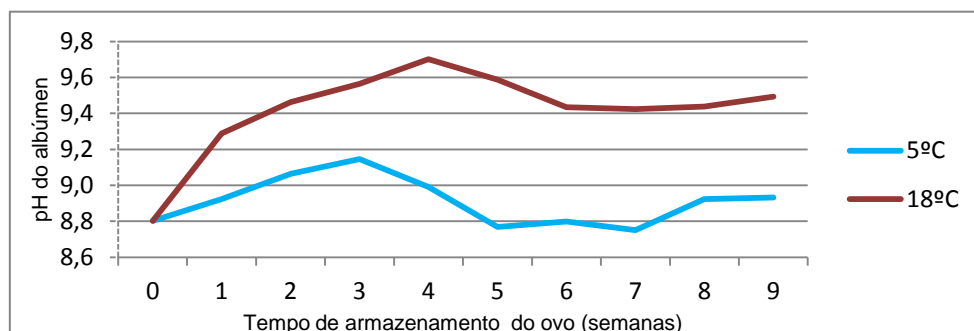


Gráfico 32: Relação entre o pH do albúmen e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,0001$).

Constatou-se que, globalmente, ocorreu uma subida do pH do albúmen quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p < 0,0001$). Por outro lado, os ovos que estavam armazenados a 18°C apresentaram valores médios de pH do albúmen superiores aos registados nos ovos que estavam armazenados a 5°C , ($p < 0,0001$).

pH da Gema

No gráfico 33 está representada a relação entre o pH da gema e a interação entre a temperatura de armazenamento (5°C e 18°C) e a classe de peso do ovo (S, M, L).

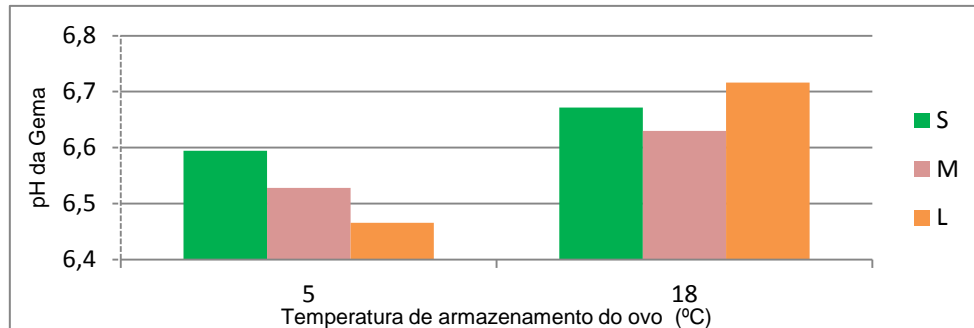


Gráfico 33: Relação entre o pH da gema e a interação entre a temperatura de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p=0,0102$).

Concluiu-se que, globalmente, os ovos armazenados a 18°C apresentaram o pH da gema superior ao dos armazenados a 5°C, ($p=0,0102$).

No gráfico 34 está representada a relação entre a classe de peso do ovo (S, M, L) e pH da gema.

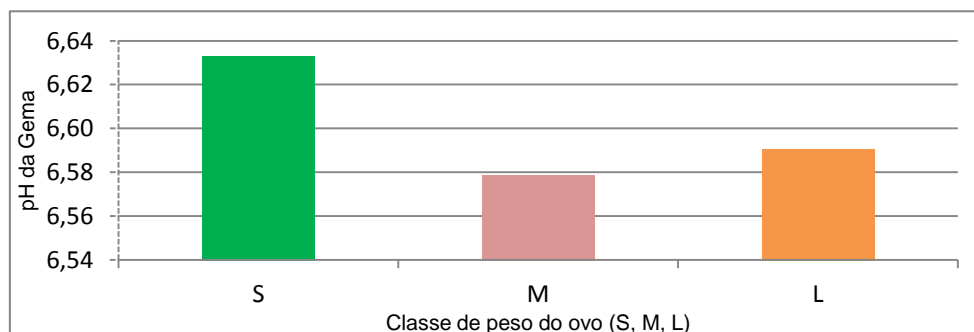


Gráfico 34: Relação entre a classe de peso do ovo e o pH da gema, ($p=0,1799$).

Pudemos concluir que a classe de peso só por si não exerceu um efeito significativo no pH da gema do ovo, ($p=0,1799$).

No gráfico 35 está representada a relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo (S, M, L).

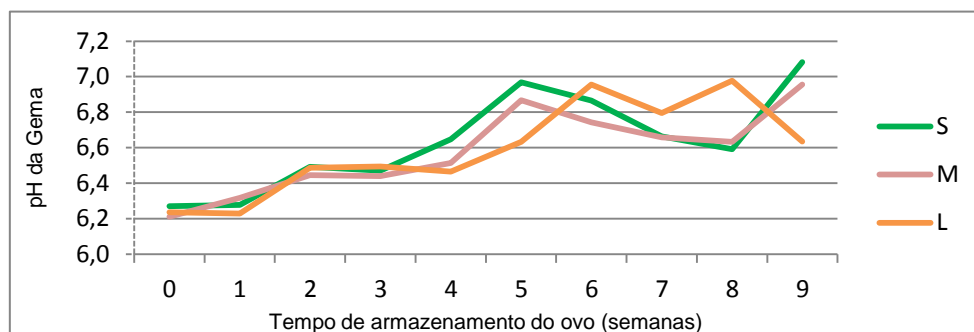


Gráfico 35: Relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo de armazenamento e a classe de peso do ovo, ($p < 0,0001$).

Concluiu-se que globalmente ocorreu uma subida do pH da gema quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p < 0,0001$).

No gráfico 36 está representada a relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo (5°C e 18°C).

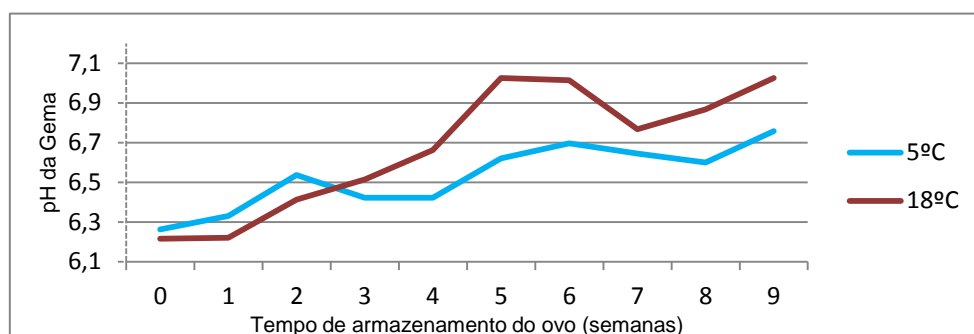


Gráfico 36: Relação entre o pH da gema e a interação entre o tempo e a temperatura de armazenamento do ovo, ($p < 0,0001$).

Constatou-se que globalmente ocorreu uma subida do pH da gema quando comparamos as semanas 0 e 9, ($p < 0,0001$).

4.10. Comportamento das características físicas consoante o tempo total de armazenamento

Nesta secção serão apresentados os gráficos que relacionam o tempo total de armazenamento (semanas 0 a 12) com parâmetros físicos, cujos resultados foram relevantes nas últimas semanas de análise (semanas 10,11,12). Estas diferenças ficaram a dever-se às alterações ocorridas nalguns ovos que inviabilizaram a análise física dos mesmos. Inicialmente, quando um ovo apresentava alguma alteração física era substituído

por outro que estava armazenado nas mesmas condições e que pertencia à mesma classe de peso. Contudo, começaram a ocorrer demasiadas alterações, o que levou a que a partir da semana 10 não fosse possível analisar os ovos do tratamento L a 18°C, a partir da semana 11 os ovos do tratamento M a 18°C e na última semana de análise, semana 12, apenas foi possível estudar os ovos armazenados a 5°C, das três classes de peso presentes, S, M e L.

Peso do Ovo

No gráfico 37 está representada a relação entre o tempo de armazenamento total (semanas 0 a 12) e o peso do ovo inteiro (g).

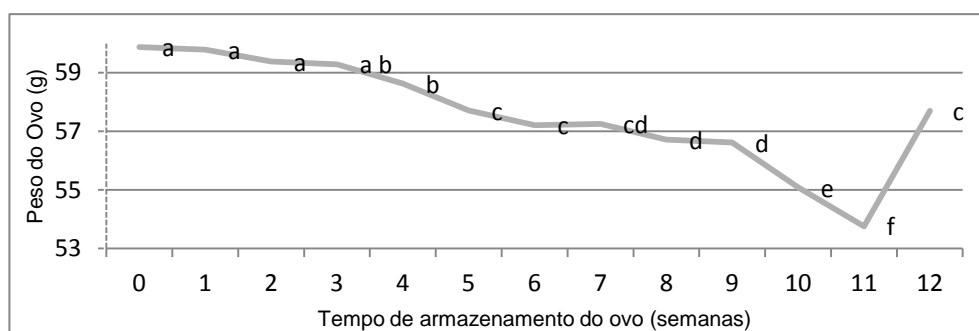


Gráfico 37: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e o peso, (p<0,0001).

Concluiu-se que ocorreu, predominantemente, uma descida do peso do ovo desde a semana 0 à 10, (p<0,0001). Contudo, nas duas últimas semanas de análise, semanas 11 e 12 registou-se um aumento considerável no peso do ovo inteiro, (p<0,0001).

No gráfico 38 está representada a relação entre o tempo total de armazenamento do ovo (semanas 0 a 12) e as unidades Haugh.

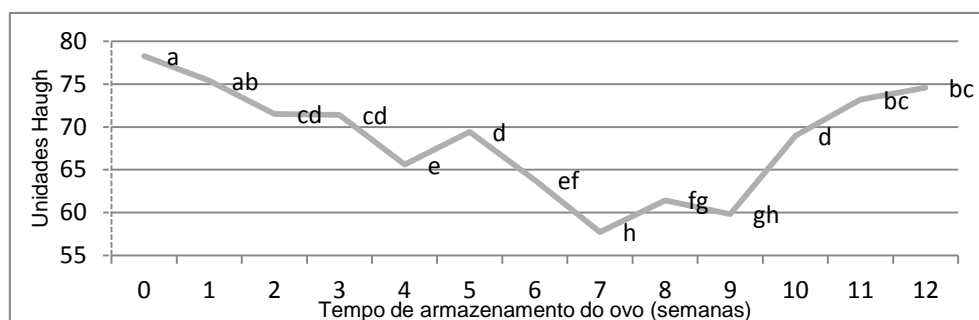


Gráfico 38: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e as unidades Haugh, (p<0,0001)

Pela análise do gráfico 38, pôde-se concluir que ocorreu, maioritariamente uma descida das unidades Haugh à medida que o tempo de armazenamento do ovo aumentava, exceto nas semanas 10, 11 e 12 em que ocorreu uma subida acentuada, (p<0,0001).

5. Discussão

O objetivo deste trabalho consistiu em caracterizar e comparar a variabilidade das características físicas de ovos de diferentes classes de peso, S, M e L armazenados em condições de temperatura diferentes, a 18°C e 5°C ao longo de 13 semanas.

O peso do ovo e, como consequência, o seu tamanho é um dos principais critérios de seleção no ato da compra, sendo os ovos de maiores dimensões os preferidos do consumidor. A evolução da genética tem contribuído bastante para o aumento do peso e do tamanho do ovo. Os animais foram selecionados para satisfazerem este requisito, produzindo ovos maiores e mais pesados. Atualmente, existem estirpes de galinhas que para a mesma idade conseguem produzir ovos maiores e mais pesados do que outras. Contudo, para determinada estirpe ou raça, quanto mais velho for o animal, maior será o peso do ovo por ele colocado. Tanaka e Hurnik (1992) avaliaram o efeito da idade de galinhas poedeiras comerciais com 27 e 63 semanas de idade na qualidade dos ovos. Estes autores concluíram que o aumento do peso do ovo se encontrava relacionado com a idade da galinha, sendo que animais mais velhos têm propensão para produzir ovos maiores e mais pesados. Estes resultados são consistentes com os encontrados por outros autores (Peebles et al, 2000; Silversides & Scott, 2001; Oloyo, 2003; Johnston & Gous, 2007). No presente trabalho, a idade da galinha não constituiu uma variável que influenciasse o peso do ovo, uma vez que os ovos foram postos por galinhas que tinham todas 37 semanas de idade.

Através da análise dos resultados obtidos confirmou-se que a classe de peso L foi a que apresentou ovos de dimensões superiores, seguindo-se a classe M com pesos intermédios e por fim a S que apresentou os menores pesos, o que está de acordo com o regulamento (CE) nº 557/2007 da comissão de 23 de Maio de 2007, que estipula que os ovos L (grande) têm pesos entre os 63 e 73 g, os M (médio) têm pesos entre os 53 e os 63 g, e os S (pequeno) têm peso inferior a 53 g. Contudo, a partir da quinta semana de análise verificou-se que alguns ovos classificados no dia da postura como pertencentes à classe L pertenciam agora à classe M, assim como ovos inicialmente classificados como M pertenciam agora à classe S, o que denota uma ocorrência de perda de peso dos ovos ao longo do tempo, que ocorreu nas duas temperaturas de armazenamento estudadas, temperatura ambiente (18°C) e de refrigeração (5°C). As perdas de peso do ovo podem dever-se ao facto de terem ocorrido perdas de água no albúmen que foram superiores quanto mais elevadas fossem a temperatura e tempo de armazenamento do ovo. Assim, estas perdas foram superiores quando os ovos estavam armazenados a 18°C. Os resultados obtidos estão de acordo com os apresentados por Jones e Musgrove (2005) que

relataram uma descida do peso do ovo quando este se encontrava refrigerado, contudo as diferenças de peso entre as semanas 0 e 9 não foram tão acentuadas como as encontradas por estes autores. Por outro lado, verificou-se que o peso do ovo diminuiu à medida que se avançava no tempo de armazenamento exceto nas semanas 11 e 12, o que se deve ao facto de na semana 11 apenas terem sido analisados os ovos armazenados a 5°C das três classes de peso estudadas e os ovos S armazenados a 18°C e na semana 12 apenas terem sido analisados os ovos que estavam armazenados a 5°C, o que reforça o efeito significativo da temperatura nas alterações do peso do ovo.

Através da pesagem do ovo inteiro e de cada componente foi possível determinar as percentagens de gema, albúmen e casca. Assim, foi possível concluir que a percentagem de albúmen diminuiu à medida que o tempo de armazenamento aumentava, enquanto que a percentagem de gema aumentou. A percentagem de albúmen, por sua vez, foi menor e a percentagem de gema foi maior nos ovos armazenados a 18°C. O facto da percentagem de albúmen diminuir quanto mais elevado for o tempo e a temperatura de armazenamento deve-se ao facto de ocorrer mais perda de água nestas condições, o que levou também a perdas de peso no ovo. Por outro lado, não se registaram diferenças significativas quanto à percentagem de albúmen e de gema entre as três classes de peso estudadas.

Segundo Jeffrey e Graham (2007), a qualidade da casca é a principal preocupação do produtor avícola, devido aos prejuízos económicos que acarreta senão se encontrar em condições. A percentagem de casca dos ovos analisados neste estudo foi superior nos ovos S. A uma temperatura de armazenamento superior (18°C), a percentagem de casca aumenta ligeiramente à medida que o tempo de armazenamento aumenta. A galinha só é capaz de colocar uma quantidade finita de cálcio durante a formação do ovo e por isso se o ovo aumentar de tamanho e de peso, o peso da casca não acompanha esse aumento, o que provoca uma diminuição na percentagem de casca. Os resultados apresentados estão de acordo com os observados por Sinha, et al.,(2017) que demonstraram que quanto menor fosse o peso do ovo, mais elevada seria a percentagem de casca. Assim, os ovos de maiores dimensões apresentam uma menor espessura de casca, o que segundo Halls (2000) leva ao aparecimento de fendas e, conseqüentemente, a uma maior percentagem de ovos partidos. A presença de fendas na casca do ovo terá sempre efeitos negativos na qualidade do mesmo durante o armazenamento, pois existem mais perdas de humidade que provocam uma deterioração mais rápida do ovo (Bennett, 1992). Ovos com fendas na casca causam problemas económicos por não poderem ser comercializados como ovos de categoria A e por aumentarem o risco de contaminação bacteriana desse ovo para os restantes, criando problemas para a qualidade interna e externa dos ovos e segurança alimentar (Mertens et al., 2006). No presente estudo não foram encontradas diferenças significativas para a presença de fendas entre as três classes de peso estudadas. Assim, o

facto dos ovos L terem sido os primeiros a apresentar condições de putrefação pode justificar-se apenas pela sua percentagem de casca inferior. A fragilidade da casca do ovo pode ser avaliada também pelo *Shell index* que relaciona o peso da casca com o diâmetro e altura do ovo (Rodriguez- Navarro, Kalin, Nys & Garcia-Ruiz, 2002; Hidalgo et al., 2008). Quanto menor for o valor de *shell index* do ovo, maior será a fragilidade do mesmo (Clerici, Casiraghi, Hidalgo & Rossi, 2006). Assim, apesar da classe de peso L ter apresentado menor percentagem de casca, podemos concluir que a fragilidade do ovo foi menor também nesta classe de peso. Apesar destes resultados não terem sido esperados, podemos encontrar uma possível explicação nos estudos conduzidos por Solomon (1991) e Nys, Hincke, Arias, Garcia-Ruiz & Solomon (1999). Estes autores realizaram estudos sobre a qualidade da casca, analisando a ultra-estrutura da mesma e concluíram que em alguns casos a percentagem e a espessura da casca são baixas mas a casca não é facilmente quebrável, devido à qualidade das fibras proteicas que lhe conferem resistência. Por outro lado, os ovos L foram os primeiros a apresentar alterações físicas, pelo que foram substituídos por outros da mesma classe que não apresentavam alterações, ou seja, foi realizada uma seleção não intencional dos ovos, o que pode ter levado ao surgimento destes resultados.

A forma do ovo é obtida pela razão entre o diâmetro e altura do ovo inteiro (Hidalgo, Rossi, Clerici & Ratti, 2008), denominado por *Shape Index*. É conveniente que o ovo apresente uma forma normal, com um valor entre os 73 e 75%, pois assim o acondicionamento do ovo é facilitado, além do consumidor optar maioritariamente por estes ovos (Nunes da Silva, 1996). Se o *shape index* apresentar um valor superior, o ovo terá uma forma mais arredondada e se, pelo contrário, apresentar um valor inferior, o ovo apresentará uma forma mais alongada (Nunes da Silva, 1996). Pode concluir-se que, em termos médios, os ovos analisados neste estudo apresentaram sempre uma forma arredondada, independentemente da classe de peso. Esta forma arredondada, apesar de aceitável, pode dever-se à componente genética desta estirpe. Contudo, os ovos das classes M e L apresentaram uma forma mais próxima da normal quando comparados com a classe de peso S.

A cor da casca dos ovos de galinhas poedeiras é uma característica genética controlada por vários genes que regulam a deposição de pigmentos na casca (Benites et al., 2005). A cor dos ovos varia do branco ao castanho-escuro. Em Portugal, há uma clara preferência do consumidor pelos ovos de cor de casca castanha-clara, por serem considerados visualmente mais agradáveis. Apesar desta preferência do consumidor é importante realçar que esta cor não afeta as características nutricionais do ovo (Benites et al., 2005). Pôde-se concluir que nos ovos analisados neste trabalho não ocorreram diferenças significativas

entre as classes de peso, quanto à cor da casca. Os ovos usados neste trabalho laboratorial apresentaram sempre uma tonalidade castanha

A cor da gema é um dos principais parâmetros pelo qual a qualidade dos ovos é avaliada. O consumidor tem, no geral, preferência por uma cor mais laranja. A cor da gema dos ovos de galinhas poedeiras é um fator que é influenciado pela componente genética, bem como pela dieta fornecida aos animais. Assim, a coloração da gema resulta da deposição de xantófilas na gema, que estão disponíveis para as galinhas quer através de matérias-primas quer por aditivos (Santos-Bocanegra, Ospina-Osorio & Oviedo-Rondon, 2004). Neste caso concreto, a componente genética e a alimentação das galinhas foi semelhante, o que sugere que tenham existido poucas diferenças na cor da gema dos ovos. No entanto, a cor da gema apresentou um tom mais alaranjado (14), mais próximo da preferência do consumidor nos ovos com peso superior, classes M e L. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Sekeroglu e Altuntas (2008) que observaram que quanto mais elevado fosse o peso do ovo, mais escura seria a cor da sua gema.

A presença de manchas de carne ou manchas de sangue nos ovos de galinhas poedeiras, embora tenha um efeito negativo na aparência do produto, não compromete a qualidade nutricional do ovo. Neste ensaio, os resultados não mostraram uma diferença significativa na frequência de manchas de carne e de sangue nos ovos das diferentes classes de peso. A temperatura e o tempo de armazenamento do ovo não tiveram qualquer influência na presença de defeitos, pois estes são armazenados já com ou sem defeito.

A altura da câmara de ar é um parâmetro físico variável, que permite avaliar o grau de frescura dos ovos. Segundo Toussant & Latshaw (1999), quanto mais elevado for o tempo de armazenamento do ovo, mais elevada será a perda de humidade do mesmo. Assim, o conteúdo interno do ovo contrai-se e a dimensão da câmara de ar aumenta (AboonajmiSetarehdan, Akram, Nishizu & Kondo, 2013). Nos ovos de categoria A, a altura da câmara de ar não pode exceder os 6 mm e no caso dos ovos comercializados com a menção extra, esta não pode exceder os 4 mm. Os ovos analisados neste trabalho que estavam armazenados a 5°C apresentaram câmara de ar menor, pois o seu grau de frescura foi sempre superior, em termos médios, ao dos armazenados a 18°C. Por outro lado, quanto maior fosse o tempo de armazenamento, maior seria a câmara de ar do ovo. Quanto há classe de peso não se pode afirmar que tenham existido diferenças significativas entre as médias da altura da câmara de ar das classes S, M e L.

A medição das unidades Haugh é um método que utiliza uma expressão matemática que correlaciona a altura do albúmen espesso com o peso do ovo inteiro e é considerada uma medida padrão da qualidade interna do ovo, usada praticamente por toda a indústria avícola (Scott & Silversides, 2001), indicando o grau de frescura do mesmo. Assim, quanto mais elevado for o valor das unidades Haugh, mais elevada será a qualidade interna do ovo

(Williams, 1992). Segundo a USDA (2000) os ovos podem ser classificados em função do valor de Unidades Haugh em: Qualidade excelente (AA) se apresentarem valores superiores a 72 HU; Qualidade elevada (A), entre os 60 e os 72 HU; Qualidade inferior (B) com valores inferiores a 60 HU. Segundo Williams (1992), a temperatura e tempos de armazenamento do ovo influenciam de forma significativa o valor das unidades Haugh, o que também se verificou no presente estudo. Por outro lado, quanto mais longo foi o tempo de armazenamento, mais reduzido foi o valor das unidades Haugh. Por outro lado, nas últimas três semanas de análise observou-se um aumento no valor da média das unidades Haugh dos ovos, o que se justifica pelo facto de estarem a ser maioritariamente contabilizados nestas semanas ovos armazenados a 5°C, o que reforça a influência significativa da temperatura nas Unidades Haugh. Concluiu-se também que, em termos médios, os ovos armazenados a 5°C apresentaram sempre qualidade AA, independentemente do tempo de armazenamento dos mesmos. Por outro lado, os ovos armazenados a 18°C apresentaram qualidade AA apenas nas semanas 0 e 1 de idade do ovo, qualidade A até à semana 3, apresentando qualidade B da semana 4 até à semana 9 de análise. Assim, pode-se concluir que o maior grau de qualidade interna do ovo, foi assegurado quando os ovos estiveram armazenados a uma temperatura de 5°C e quanto mais reduzido fosse o tempo de armazenamento dos mesmos. Jones e Musgrove (2005) observaram que a uma temperatura de refrigeração as Unidades Haugh dos ovos mantiveram-se elevadas durante 10 semanas, de forma a que estes fossem classificados como classe A apenas, no presente trabalho puderam mesmo ser classificadas como AA. O peso do ovo, por sua vez, não influenciou significativamente as Unidades Haugh, o que está de acordo com os apresentados por Ukwu et al., (2017) que relataram que a classe de peso não exerceu um efeito significativo nas unidades Haugh, ($p>0,05$).

A viscosidade do albúmen espesso é um parâmetro qualitativo importante para o setor avícola, pois vai ter um efeito nas características funcionais do ovo, tais como na capacidade estabilizante, emulsionante e coagulante (Kemps et al., 2010). Quanto menor for a viscosidade do albúmen líquido, menor será a frescura do ovo e, conseqüentemente menor será a sua qualidade (Kemps et al., 2010). Pôde-se concluir que a viscosidade do albúmen líquido foi superior quanto menor fossem a temperatura e tempos de armazenamento (5°C), embora tenham existido algumas exceções nas últimas semanas de análise que se podem justificar pela seleção não intencional que foi realizada. Estes resultados podem justificar-se pelo facto de à medida que o tempo de armazenamento do ovo aumenta, o CO₂ ser perdido através da casca, ou seja, o interior do ovo torna-se mais alcalino, levando a que o albúmen se torne mais líquido (Okeudo, et al., 2003). Quando a temperatura de armazenamento é mais elevada, a perda de CO₂ ocorre mais rapidamente, fazendo com que a qualidade do

albúmen também decresça mais depressa. Quanto à classe de peso não se registaram diferenças de viscosidade significativas entre as classes S, M e L.

De acordo com Stadelman e Cotterill (1995), quanto mais elevado for o tempo de armazenamento do ovo, mais elevadas serão as perdas de água e CO₂ deste para o ambiente, devido a um desequilíbrio do sistema tampão de ácido carbónico (H₂CO₃), uma vez que este ácido de elevado poder tampão é fragmentado, promovendo assim, a elevação do pH. Assim, durante o armazenamento, o pH aumenta consideravelmente, o que resulta na deterioração mais rápida da qualidade interna do ovo (Li-Chan & Nakai, 1995). Por esta razão, o tempo e a temperatura ideal de armazenamento podem ser avaliados pela medição do pH. Igualmente, Scott e Silversides (2000) avaliaram o efeito do tempo armazenamento e da estirpe da ave na qualidade do ovo e concluíram que, com o aumento do tempo de armazenamento há uma diminuição na altura do albúmen e uma subida do pH. Através da análise dos resultados apresentados pôde-se concluir que um ovo com melhor qualidade, ou seja, com um valor de pH mais próximo da neutralidade foi assegurado quando a temperatura de armazenamento foi mais reduzida (5°C) e quando o tempo de armazenamento foi também mais reduzido, pois ocorreram menos perdas de água e CO₂ para o ambiente nestas condições. As classes de peso mais elevadas foram que apresentaram uma média de pH do albúmen mais próxima da neutralidade, embora tenham sido as primeiras a apresentar condições de putrefação. Estes resultados podem estar influenciados pela seleção não intencional que se praticou em maior número nestas classes de peso. Quanto ao pH da gema não foram registadas diferenças significativas entre as três classes de peso estudadas.

6. Conclusões

Concluiu-se que os ovos apresentaram um grau de frescura mais elevado quando estavam armazenados a 5°C e quanto mais reduzido fosse o tempo de armazenamento, pois nestas condições apresentaram médias superiores de Unidades Haugh, altura mais reduzida da câmara de ar e valores de pH do albúmen e da gema mais próximos da neutralidade. Globalmente, tendo em conta os resultados obtidos, a classe L foi a que aparentou apresentar qualidade mais elevada, com gema mais escura, menor pH do albúmen, forma mais próxima da normal e *shell index* superior. Contudo, os ovos L armazenados a 18°C foram os primeiros a perder a frescura, apresentando mais rapidamente características de putrefação, seguindo-se os M e por fim os S. A seleção não intencional que foi realizada pode ter influenciado de forma preponderante a obtenção destes resultados contraditórios, pois foram maioritariamente analisados os ovos L que apresentavam melhores características físicas em virtude de se substituírem os que apresentaram características de putrefação. Por outro lado, o facto dos ovos L terem apresentado uma percentagem de casca inferior pode sugerir que tenha ocorrido uma penetração de microrganismos mais elevada nos ovos desta classe de peso, fazendo com que estes apresentassem primeiramente características de putrefação, o que constitui assim uma conclusão importante para a comunidade científica, bem como para a indústria avícola.

Para alguns dos parâmetros estudados, como o *shape index*, *shell index*, cor da casca, cor da gema, diâmetro equatorial e altura do ovo, não foi possível avaliar convenientemente a influência da temperatura e tempo de armazenamento do ovo. Assim, para se proceder a uma análise correta da influência destas variáveis nestes parâmetros seria necessário analisar sempre o mesmo ovo durante as 13 semanas e em ambas as temperaturas, o que não foi possível realizar no presente estudo.

7. Referências Bibliográficas

- Abanikannda, O. T. F., Leigh, A. O., Ojedapo, L.O. & Kpossu, O. D. (2007). *Interspecific variation in shellthickness of commercial poultry eggs. Proceedings of the 12th Annual Conference of Animal Science. Animal Science of Nigeria.*
- Aboonajmi, M., Setarehdan, S.K., Akram, A., Nishizu, T., & Kondo, N. (2013). Prediction of Poultry Egg Freshness Using. *International Journal of Food Properties*, 17(9), 1889-1899.
- Anyanwu, G.A., E. B. Etuk, I. C. Okoli & Udedibie A. B. I. (2008) Performance and egg quality characteristics of layers fed different combinations of cassava root meal and bambara groundnut offal. *Asian Journal Poultry Science*, 2:36-41.
- Awosanya, B., Joseph, J.K & Olaosebikan, O. D. (1998). The effect of age of bird on shell quality and component yield of eggs. *Nigerian Journal Animal Productions*, 25: 68-70.
- Bains, B. S. (1999). *A Guide to the application of vitamins in commercial Poultry Feed*. Rath Design Communications, Australia.
- Balnave, D., Yoselewitz, I. & Dixon, R. (1989). Physiological changes associated with the production of defective egg-shells by hens receiving sodium chloride in the drinking water. *British Journal of Nutrition*, 61, 35-53.
- Bassler, R. (2015). Nutrients in eggs. *Egg Nutrition Center*. Acedido em Jun. 5, 2018, Disponível em <https://www.eggnutritioncenter.org/topics/nutrients-in-eggs>
- Benites, C.I., Furtado, P.B.S. & Seibel, N.F. (2005). Características e aspectos nutricionais do ovo. In L.A. Souza-Soares & F. Siewerdt (Eds.), *Aves e ovos*. (pp. 57-64). Pelotas, Brasil: UFPEL
- Bennett, C.D. (1992). The influence of shell thickness in commercial broiler breeder flocks. *Journal of Applied Poultry Research*, 1, 61-65.
- Butcher, G. D. & Miles, R.D. (2003). *Factors causing poor pigmentation of brown shelled eggs*. University of Florida.
- Butler, E.J., Curtis, M.J., Pearson, A.W. & McDougall, J.S. (1972). Effect of infectious bronchitis on the structure and composition of egg albumen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23, 359-369.
- Cavanagh, D. & Naqui, S. A. (2003) Infectious Bronchitis, In: *Diseases of Poultry*, Saif, Y. M., Barnes, H. J., Glisson, J.R., Fadly, A.M., McDougald, L.R., Swayne, D.E.(Eds.). Iowa State University Press, Ames, IA., USA (pp:101-120).
- Cherian, G., Holsonbake, T.B. & Goeger, M.P. (2002). Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. *Poultry Science*, 81, 30-33.
- Chukwuka O.K., Okoli I.C., Okeudo N.J., Udedibie A.B.I, Ogbuewu I.P., Aladi N.O., Iheshiolor O.O.M. & Omede A.A. (2011). Egg Quality Defects in Poultry Management and Food Safety. *Asian Journal of Agricultural Research*, 5: 1-16.
- Clerici, F., Casiraghi, E., Hidalgo, A., & Rossi, M. (2006). Evaluation of eggshell quality characteristics in relation to the housing system of laying hens. *XII European Poultry Conference*. 10–14 September 2006. Verona, Itália.

Clunies, M., Parks, D. & Leeson, S. (1992). Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells. *Poultry Science*, 71: 490-498.

Cook, F. & G.M. Briggs. (1986). *The nutritive value of eggs*.

Coutts, J. and Wilson, G. (1986) *Egg Quality Handbook*, Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia,

Couts Li-Chan, E.C., Powrie, W.D. & Nakai, S. (1995). The Chemistry of eggs and egg products. In: Stadelman, W.J. & Cotterill, O.J. (Eds.), *Egg Science and Technology* (4^a ed., p. 105-175). New York, EUA: Food Products Press.

Curtis, P.A., Gardner, F.A. & Mellor, D.B. (1985). A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. *Poultry Science*, 64, 297-301

Damerow, G. (1995). *Criação de Galinhas: Criação, Alimentação, Saúde*. Publicações Europa- América Lda.

Daubert, C., & Foegding, E. (1998). Rheological Principles for Food Analysis. In: S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (2^a ed., p. 553-560). Gaithersburg, EUA: An Aspen Publication.

Davidson, M.F. (1986). Histological studies of changes in the magnum of the domestic hen associated with the production of “watery white” eggs. *British Poultry Science*, 27, 353-354.

Decreto-Lei n.º 150/99, de 7 de Maio. *Diário da República eletrónico*. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Decreto-Lei, nº72-F/2003 de 14 de abril. *Diário da República-1ª Série A, nº88*. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Delacour J. (1997). *The pheasants of the world*. (2nd ed). Hindhead, Surrey: Spur Publications.

Department for Environment Food & Rural Affairs. (2016). *Egg Quality Guide*. Acedido em Jun. 2, 2018, disponível em: <https://ilmupeternakan.files.wordpress.com/2016/10/egg-quality-guide.pdf>

Directiva 1999/74/CE Do Conselho de 19 de Julho. *Diário da República eletrónico* (2013). Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Diretiva 2002/4/CE da Comissão, de 30 de Janeiro. *Diário da República eletrónico* (2013). Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.

Etches, R.J. (1995). Physiology of reproduction: The Female. In P. Hunton, *World Animal Science: Poultry Production*, (pp. 221-241). Amsterdão: Elsevier.

Etches, R.J. (1996). *Reproduction in Poultry*. CAB International, Wallingford, UK.

Ethelbert, O. (2014). *Response of Nera Black and Shaver Brown Hens to self compounded and commercial feeds in Nsukka*. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Nsukka: Universidade da Nigéria.

Etuk, E. B., Okoli, E.C. & Uko, M.U. (2004) Prevalence and management issues associated with poultry coccidiosis in Abak agricultural zone of Akwa Ibom state, Nigeria, *International Journal Poultry Science* 3: 135-139.

Fairfull, R. W. & Gowe, R. S. (1990) Genetics of Egg production in chickens . In R. D. Crawford (Ed). *Poultry Breeding and Genetics*. Elsevier. New York.

FAO (2010). Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. *Poultry Meat & Eggs*. Acedido em Jun. 2, 2018, disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>

Favretto, M.A. (2010). *Sobre a Origem das Aves*. Joaçaba.

Ferreira, A. (2004). *Estudo do comportamento do pH, °Brix, extracto seco e viscosidade na pasteurização de ovoprodutos*. Monografia para obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Alimentar. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra.

Fowler, C.T.S. (1972) How management can affect egg size. *Poultry Science* 59:2038-2046.

Gerber, N. (2005). *Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: a review*. Egg Producers Federation of New Zealand (Inc) / Poultry Industry Association of New Zealand

Halls, A. (2000). *Egg Formation and Eggshell Quality in layer*. Acedido a Ago. 20, 2013, disponível em: <http://www.nutrecocanada.com/docs/shur-gain-specialty/egg-formationand-eggshell-quality-in-layers.pdf>

Haugh, R.R. (1993). The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43: 552-555

Hess, J. B. & Britton, W. M. (1989) The effect of dietary chloride or protein changes on eggshell pimpling and shell quality in late production leghorn hens. *Nutrition Reports International*, 40: 1107-1115.

Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., & Ratti, S. (2008). A market study on the quality characteristics. *Food Chemistry*, 106, 1031-1038.

Hirst, K. (2017). *The Domestication History of Chickens (Gallus domesticus)*. Acedido em Jun, 2, 2018, disponível em www.thoughtco.com/the-domestication-history-of-chickens-170653

Hocking, P., Bain, M., Channing, C., Fleming, R., & Wilson S. (2003). Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poultry Science*. 44:365-373.

Hurwitz, S. (1987). Effect of nutrition on egg quality. In : *Egg Quality – Current Problems and Recent Advances*, pp.235-254, Eds. Wells, R.G. & Belyavin, C.G.). Poultry Symposium Number Twenty, Butterworths, London, Boston, 235-254.

Jeffrey, A.C. & Graham, C.W. (2007). *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*. 5M Publishing.

Johnston, S.A. & Gous, R.M. (2007). Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *Poultry Science*, 48, 347-353.

Jones, D., Musgrove, M. (2005). Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. *Poultry Science* 84:1774–1777

Jones, D. R. (2006). Conserving and monitoring shell egg quality. *Proceedings of the 18th Annual Australian Poultry Science Symposium*, February 20-22, 2006, Australia, 157-165.

Karadas, F., Pappas, A.C., Surai, P.F., & Speake, B.K. (2005). Embryonic development within carotenoid-enriched eggs influences the post-hatch carotenoid status of the chicken In *Comparative Biochemistry and Physiology*, 141, 244-251.

- Kemps, B., Bamelis, F., Mertens, K., Decuypere, E., Baerdemaeker, J., & Ketelaere, B. (2010). The assessment of viscosity measurements on the albumen of consumption eggs as an indicator of freshness. *Poultry Science*, 89, 2699-2703.
- Kolstad, N. (1979) Genetic progress achieved in commercial breeding for egg production. *Acta Agriculturae Scandinavica* **29**: 349–353
- Kovacs-Nolan, Phillips, J. & Mine, Y. (2005). Advances in the value of eggs and egg components for human health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 8421-8431.
- Lana, Q.G.R. (Ed.) (2000). *Avicultura*. (pp. 237). Recife, Brasil: Rural (UFRPE).
- Lang, M.R., & Wells, J.W. (1987). A review of eggshell pigmentation. *World's Poultry Science Journal*, 43, 238-246.
- Li-Chan, E. & Nakai, S. (1995). Biochemical basis for the properties of egg white. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 2, 21-58.
- Lohmann Tierzucht GmbH .(n.d.). *Lohmann Brown Classic Layers Management Guide Cage Housing*. Acedido em Maio, 12, 2018, disponível em: <http://www.ltz.de/en/layers/alternative-housing/lohmann-brown-classic.php>
- Mertens, K., Bamelis, F., Kemps, B., Kamers, B., Verhoelst, E., De Ketelaere, B., Bain, M., Decuypere, E. & De Baerdemaeker J. (2006). Monitoring of Eggshell Breakage and Eggshell Strength in Different Production Chains of Consumption Eggs. *Poultry Science*, 85, 1670–1677.
- Mertens, K. (2011). Advances in egg defect detection, quality assessment and automated sorting and grading. In Nys, Y., Bain, M., Van Immerseel, F.(Eds) *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. v. 1 (pg. 351-375). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Natalie, G., (2009). *Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: A review*. Acedido em Jul. 7, 2018, from website: http://www.eggfarmers.co.nz/upload/A369F_Factors_affecting_egg_quality.pdf
- Neiman-Sorensen, A., & Tribe, D.E. (1995). *World Animal Science*. Holanda: Elsevier Science.
- North, M.O. & Bell, D.D. (Eds.). (1990). *Commercial Chicken Production Manual*. (4th ed.). Nova Iorque, E.U.A: Van Nostrand Reinhold.
- Nunes da Silva, A.L. (1996). *Projeto para a implementação de um sistema de garantia de qualidade num centro de quebrados de ovos*. Relatório do trabalho de fim de curso de Engenharia Agro-Industrial. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa.
- Nys, Y., Hincke, M., Arias, J.L., Garcia-Ruiz, J.M. & Solomon, S.E. (1999). Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 10, 143-166.
- Okeudo, N.J., Onwuchekwa C.I. & Okoli I.C. (2003) Effect of oil treatment and length of storage on the internal quality, organoleptic attributes and microbial profile of chicken eggs. *Trop. Anim. Prod. Invest.*, 6: 63-70.
- Okoli, I.C. & Udedibie A.B.I. (2000). Effect of oil treatment and storage temperature on egg quality. *Journal Agriculture Rural Development*, 1: 55-60.

- Okoli, I.C. & Udedibie A.B.I. (2001). Effect of palm kernel oil treatment and method of storage on internal quality, viability and hatchability of fertile chicken eggs. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 78: 137-140.
- Okoli, C.G., Okoli I.C., Okorundu U.V. & Opara M.N, (2006). Environmental and public health issues of animal food products delivery system in Imo State, Nigeria. *Journal Health Allied Science*.
- Oloyo, R.A. (2003). Effect of age on total lipid and cholesterol of hen eggs. *Journal of Animal Science*, 73,94-96.
- Osborn, H.T., & Akoh, C.C. (2002). Structured Lipids - Novel fats with medical, nutraceutical, and food applications In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, 93-103.
- Padian, K., Hutchinson, J.R. & Holtz-Jr, T.R. (1999) Phylogenetic definitions and nomenclature of the major taxonomic categories of the carnivorous dinosauria (Theropoda). *Journal of Vertebrate Paleontology* 19(1): 69-80.
- Peebles, E.D., Zumwalt C.D., Doyle, S.M., Gerard, P.D., Latour, M.A., Boyle, C.R. & Smith, T.W. (2000). Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. *Poultry Science*, 79, 698-704.
- Prum, R.O. (2003) Dinosaurs take to the air In *Nature* 421: 323- 324.
- Rajkumar, U., Sharma, R.P., Rajaravindra, K.S., Niranjan M., Reddy B.L.N., Bhattacharya, T.K. & Chatterjee R.N. (2009). Effect of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *International Journal of Poultry Science.*, 8: 1151-1155.
- Ramos, B.F.S. (2008). *Gema de ovo: composição em aminos biogénicas e influência da gema na fração volátil de creme de pasteleiro*. Dissertação de Mestrado em Controlo de Qualidade. Porto: Faculdade de Farmácia - Universidade do Porto.
- Rao, K.S., Roland, D.A., Adams, J.L. & Durboraw, W.M. (1992). Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. *Journal of Applied Poultry Science*, 1, 6-10.
- Regulamento (CE) nº 557/2007 da comissão de 23 de Maio. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa.
- Rizzi, C. & Chiericato, G.M. (2005). Organic farming production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. *Journal Animal Science* ,4,160-162.
- Roberts , J. R. (2004) . Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal Poultry. Science*. 41 : 161 – 177
- Rodriguez-Navarro, A., Kalin, O., Nys, I., & Garcia-Ruiz, J.M. (2002). Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid. *British Poultry Science*, 43, 395- 403.
- Rose, S.P. (1997). *Principles of Poultry Science*. CAB Internacional. Newport, UK.
- Rose, D.P. & Connolly, J.M. (1999). Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive agents. *Pharmacology & Therapeutics*, 83(3), 217-244.
- Samiullah, S., Roberts, J.R., & Chousalkar, K. (2015). Eggshell color in brown-egg laying hens - a review. *Poultry Science*, 94, 2566–2575.

- Samli, H.E., Agma, A., & Senkoylu, N. (2005). Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, 14, 548–553.
- Santos-Bocanegra, E., Ospina-Osorio, X., & Oviedo-Rondon, E.O. (2004). Evaluation of Xanthophylls Extracted from *Tagetes erectus* (Marigold Flower) and *Capsicum Sp.* (Red Pepper Paprika) as a Pigment for Egg-yolks Compare with Synthetic Pigments. *International Journal of Poultry Science*, 11(3), 685-689.
- SAS Institute Inc. (2012). SAS/STAT 9.1 User's guide. SAS Institute, Cary, NC.
- Sauver, B. (1992). *Reproduccion de las aves*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Scott, T.A. & Silversides, F.G. (2000). The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79, 1725-1729.
- Seibel, N.F. (2005). Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo. In L.A. Souza-Soares & F. Siewerdt (Eds.), *Aves e ovos*. Pelotas, Brasil: UFPEL.
- Sekeroglu, A. & Altuntas, E. (2008). Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 89: 379-383.
- Sell, J.L., Davis C.Y. & Scheideler S.E., (1986). Influence of cottonseed meal on vanadium toxicity and 48 vanadium distribution in body tissues of laying hens. *Poultry Science*., 65: 138-146.
- Severa, L., Nedomová, Š., & Buchara, J. (2009). Influence of storing time and temperature on the viscosity of an egg yolk. *Journal of Food Engineering*, 96, 266-269.
- Silversides, F.G. & Scott, T.A. (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80, 1240-1245.
- Silversides F.G., Scott T.A., Korver D.R., Afsharmanesh M. & M. Hruby. (2006). A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. *Poultry Science*, 85: 297-305.
- Simopoulos, A.P. (1999). New products from the agri-food industry: the return of n-3 fatty acids into the food supply. *Poultry Science*, 34, 297-301.
- Sinha, B., Mandal, K.G. & Kumari, R. (2017). Effect of Egg Weight on Egg Quality traits of Laying Hens. *International Journal of pure & applied bioscience*. 5(3): 293-300.
- Solomon, S.E. (Ed.). (1991). *Egg & eggshell quality*. Aylesbury, Inglaterra: Wolfe Publishing.
- Solomon, S. (1997). *Egg and eggshell quality*. Iowa State Univ. Press. Ames, USA.
- Solomon, S.E. & Bain, M.M. (1996). The Normal Eggshell. *Poultry Science Association*, 42-53.
- Stadelman, W. J. (1977). *Quality identification of shell eggs in egg science and technology*. 2nd ed., ed. AVI Publishing Company Inc., Westport, CT.
- Stadelman, W.J. & Cotterill, O.J. (Eds.). (1995). *Egg science and technology*. Londres, Inglaterra: The Haworth Press.
- Stadelman, W.J. (2003). Eggs/Structure and Composition. In *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*.
- Suk, Y.O., & Park, C. (2001). Effect of Breed and Age of Hens on the Yolk to Albumen Ratio. *Poultry Science*, 80, 855–858.

- Tanaka, T., and J. F. Hurnik. (1992). Comparison of behaviour and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary. *Poultry Science.*, 71: 235-243.
- Toussant, M.J. & Latshaw, J.D. (1999). Ovomucin content and composition in chicken eggs with different interior quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79, 1666–1670.
- Ucciani, E. & Debal, A., (1996). Chemical properties of fats. In Karlesking, J. (Ed). *Oils and Fats Manual* (vol.I, p. 1-65). Lavoisier Publishing. Paris, França.
- Ukwu, O. H., Ezihe, O. C. Asaa, K. S. & Anyogo, E. M. (2017). Effect of egg weight on external and internal egg quality traits of Isa Brown egg layer chickens in Nigeria. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, Volume 2: 126-132.
- USDA (2012). Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. *National Nutrient Database for standard Reference, reléase 25 - food group 1: Dairy and eggs products*. USA.
- Williams, K.C. (1992). Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World's Poultry Science Journal*, 48 , 5-16.
- Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. & Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. *Meat Science*, 78(4), 343-358.
- Xavier, I. M.C., Cançado, S. V., Figueiredo, T.C., Lara, L. J.C., Lana, A. M. Q., Souza, M. R., Baião, N. C. (2008) Qualidade de ovos de consumos submetidos a diferentes condições de armazenamento. In *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, V. 60, n.4, (pg 953-959). Belo Horizonte.
- Zahroojian, N., Moravej, H., & Shivazad, M. (2011). Comparison of marine algae (*Spirulina platensis*) and synthetic pigment in enhancing egg yolk colour of layind hens. *British Poultry Science*, 52(5), 584-588.

8. Anexos

Anexo 1 :Registo Individual do Ovo

Data de Análise: __/__/__

Número Interno: ____

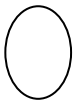
Temperatura de armazenamento do ovo (ambiente/refrigerado) a __ °C

Temperatura ambiente aquando da análise: __ °C

1. Peso do ovo inteiro: ____ g

2. Classificação da cor da casca (número): ____

3. Medições para *Shape Index* e *Shell Index*
 - Diâmetro Equatorial do Ovo: _____ mm
 - Altura do Ovo: ____ mm

4. Miragem (verificação de presença de fendas)
 - Presença
 - Ausência

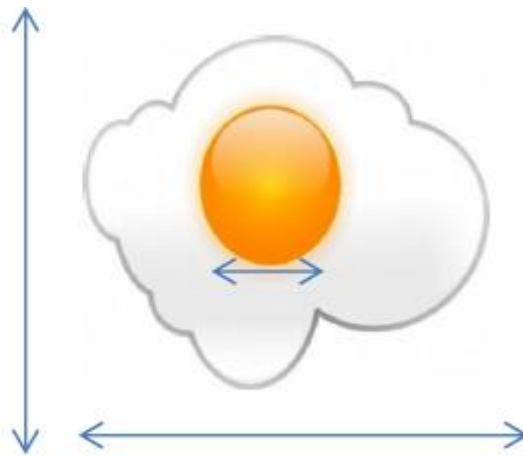
5. Altura da câmara de ar: _____ mm

6. Classificação da cor da gema (número): ____

7. Presença de defeitos:
 - Manchas de Sangue
 - Presença
 - Ausência
 - Manchas de Carne
 - Presença
 - Ausência

8. Altura do albúmen espesso: _____ mm

9. Medição da largura e comprimento do albúmen e diâmetro da Gema



- Largura do albúmen: ___cm
- Comprimento do albúmen: ___cm
- Diâmetro da gema : ___cm

10. Gema

- Altura da gema: ___mm
- Largura da gema: ___mm

11. Viscosidade do albúmen líquido: _____

12. Pesos dos constituintes do ovo

Constituinte do Ovo	Peso (g)
Gema	
Casca	
Albúmen	

13. pH

	pH	Temperatura
Gema		°C
Albúmen		°C

Anexo 2: Calibração do Potenciómetro

Para calibrar o potenciómetro é necessário seguir as seguintes etapas:

1. Ligar – ON
2. Colocar o Eléctrodo na Solução Padrão pH=4
3. Clicar pH CAL
4. Após a leitura do pH 4 carregar novamente pH CAL
5. Esperar, o aparelho pedir-lhe-á a Solução Padrão pH7 (Aparece bu2)
6. Colocar o Eléctrodo na Solução Padrão pH7
7. Esperar leitura pH 7
8. O Aparelho está calibrado

Nota 1: Lavar o eléctrodo com água destilada e secá-lo com papel macio sempre que o introduzir em qualquer solução.

Nota 2: Em qualquer leitura o anel de borracha que envolve o eléctrodo tapando um pequeno orifício deve ser libertado de modo a manter o orifício aberto durante a leitura.

Nota 3: O nível do líquido que se encontra dentro do eléctrodo deve manter-se próximo do orifício.

Anexo 3: Gráficos Auxiliares

Porcentagem de Gema

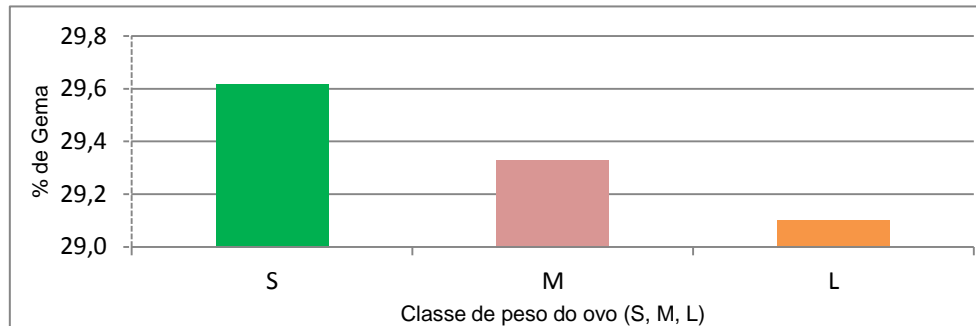


Gráfico 39: Relação entre a classe de peso do ovo e percentagem de gema, ($p=0,7767$).

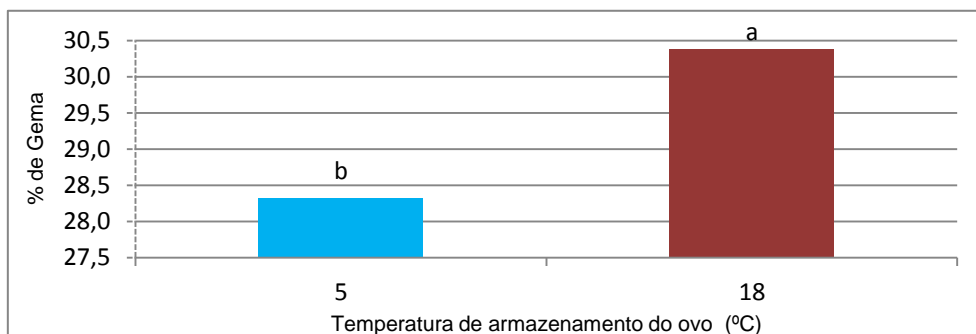


Gráfico 40: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de gema, ($p=0,0005$).

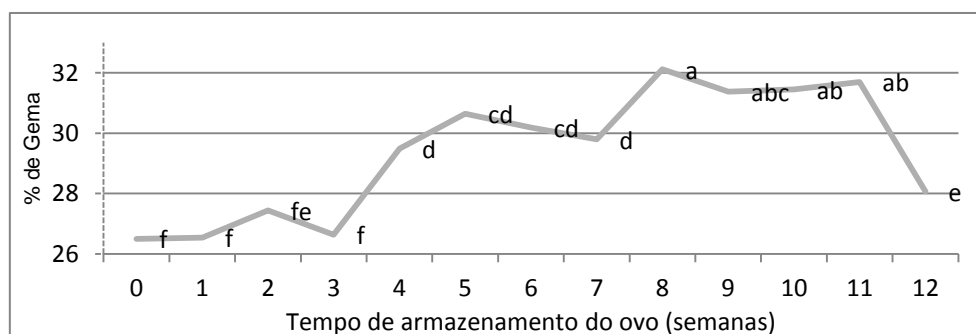


Gráfico 41: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de gema, ($p<0,0001$).

Porcentagem de Albúmen

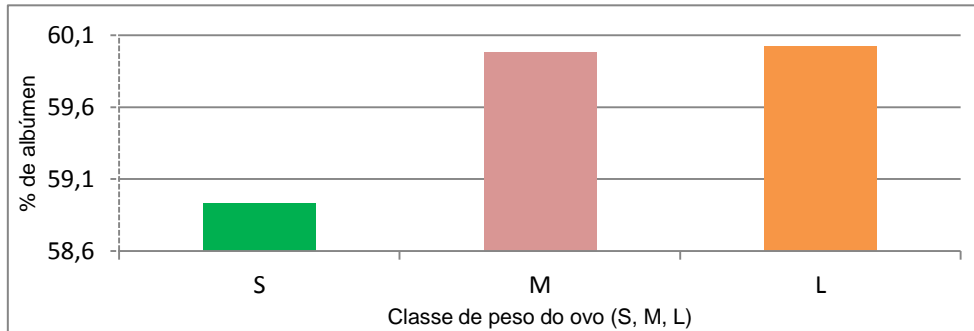


Gráfico 42: Relação entre a classe de peso do ovo e a percentagem de albúmen, ($p=0,2531$).

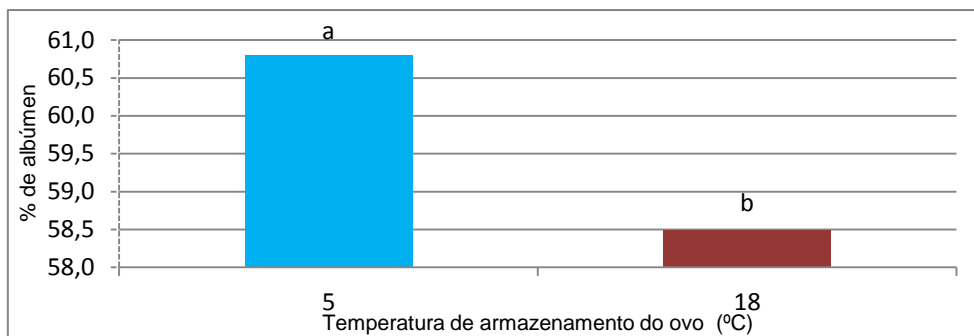


Gráfico 43: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de albúmen, ($p=0,0002$).

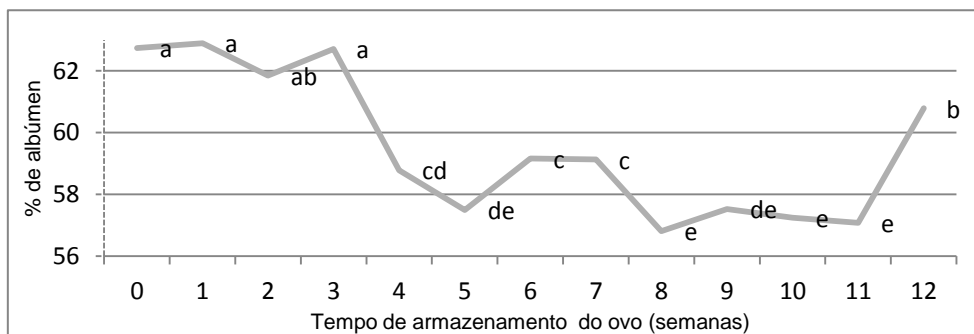


Gráfico 44: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de albúmen, ($p<0,0001$)

Percentagem de Casca

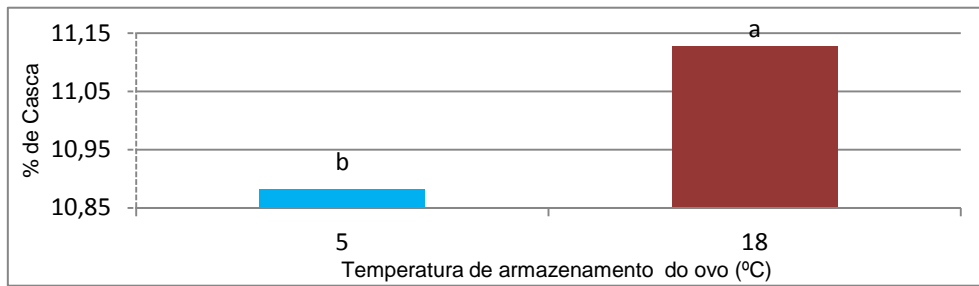


Gráfico 45: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p=0,0325$).

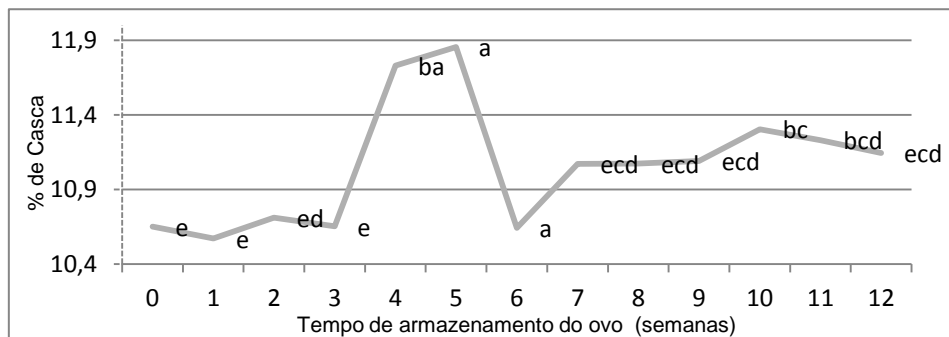


Gráfico 46: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a percentagem de casca, ($p<0,0001$).

Altura da câmara de ar

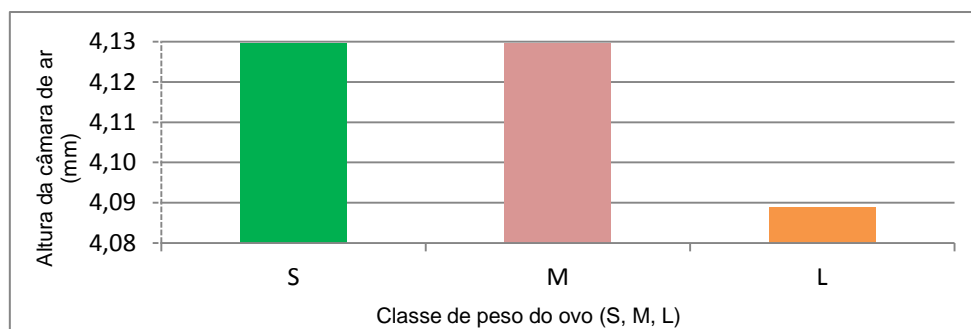


Gráfico 47: Relação entre a classe de peso do ovo e a altura da câmara de ar, ($p>0,8423$).

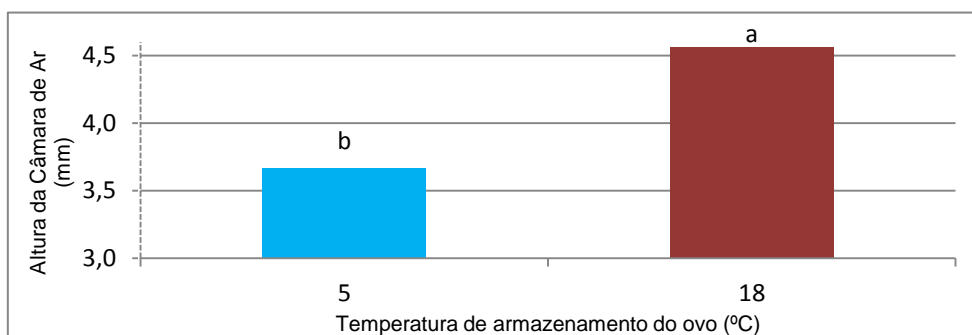


Gráfico 48: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a altura da câmara de ar, ($p < 0,0001$).

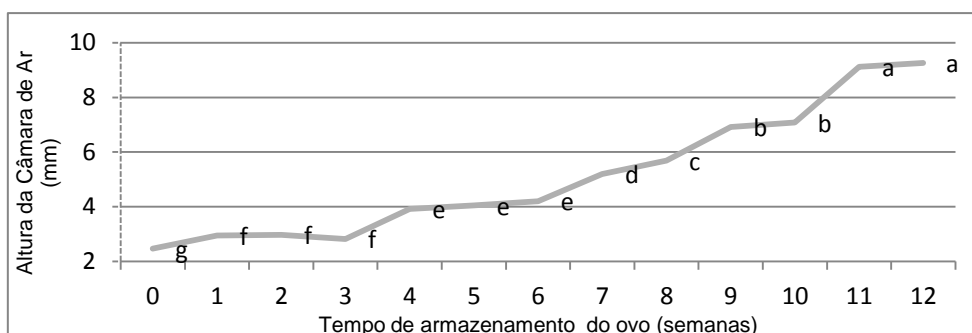


Gráfico 49: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e a altura da câmara de ar, ($p < 0,0001$).

Unidades Haugh

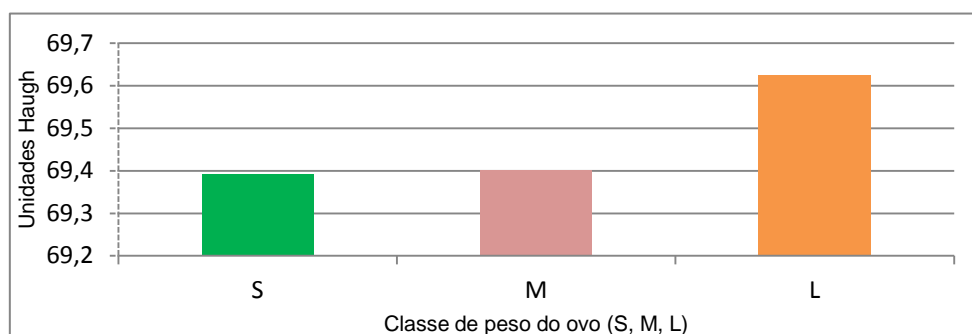


Gráfico 50: Relação entre a classe de peso do ovo e as unidades Haugh, ($p = 0,9206$).

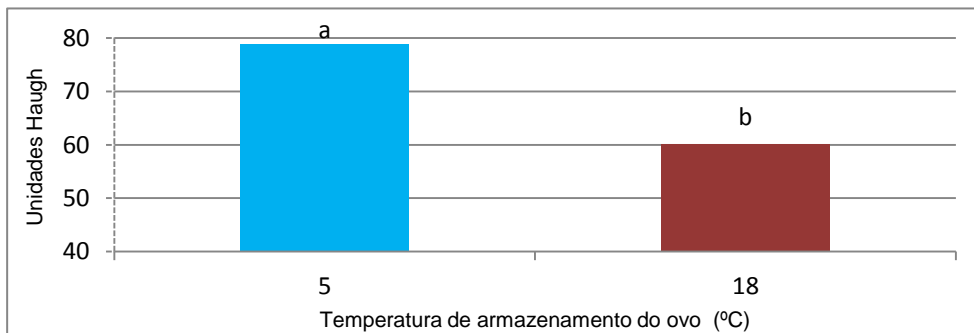


Gráfico 51: Relação entre a temperatura de armazenamento e as Unidades Haugh do ovo, ($p < 0,0001$).

Viscosidade da do albúmen líquido

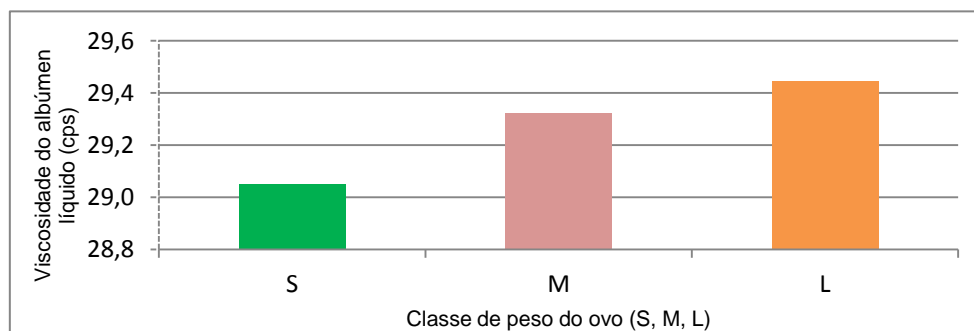


Gráfico 52: Relação entre classe de peso e a viscosidade do albúmen líquido do ovo, ($p = 0,8011$).

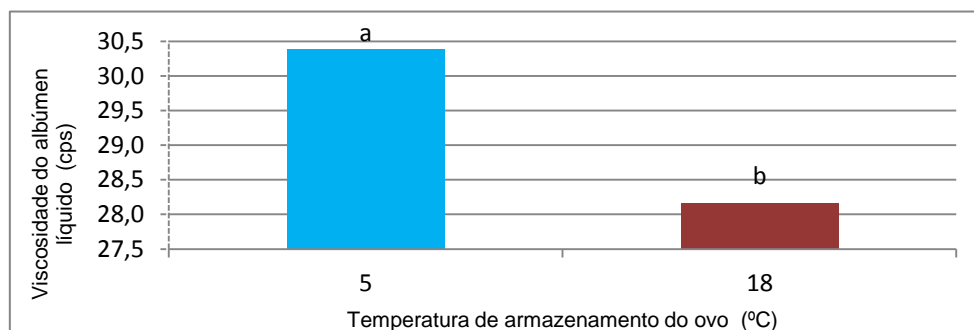


Gráfico 53: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e a viscosidade do albúmen líquido, ($p < 0,0001$).

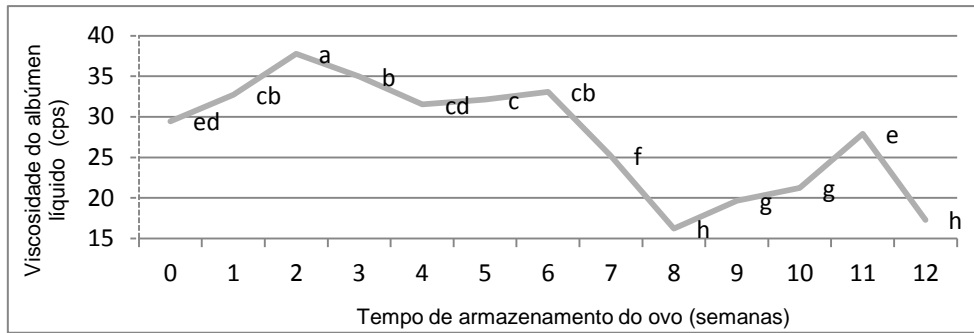


Gráfico 54: Relação entre o tempo de armazenamento e a viscosidade do albúmen líquido do ovo, ($p < 0,0001$).

pH do albúmen

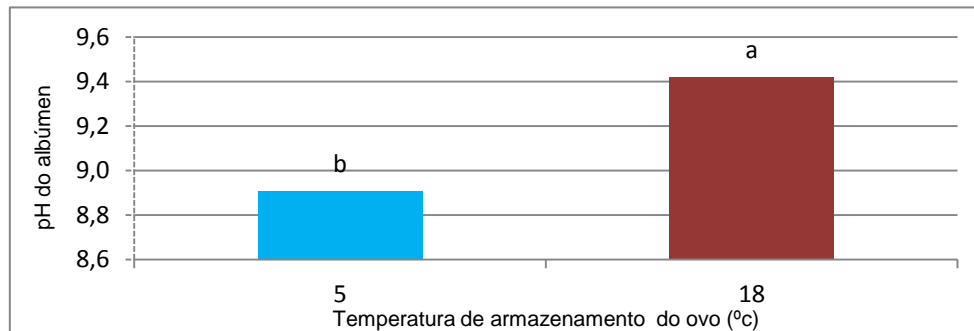


Gráfico 55: Relação entre a temperatura de armazenamento do ovo e o pH do albúmen, ($p < 0,0001$).

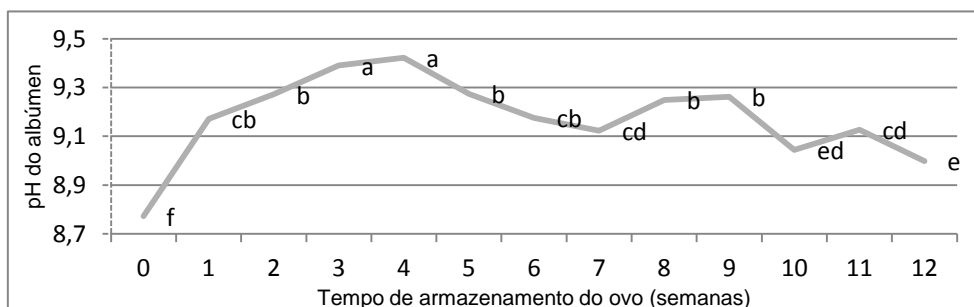


Gráfico 56: Relação entre o tempo de armazenamento do ovo e o pH do albúmen, ($p < 0,0001$).

pH da gema

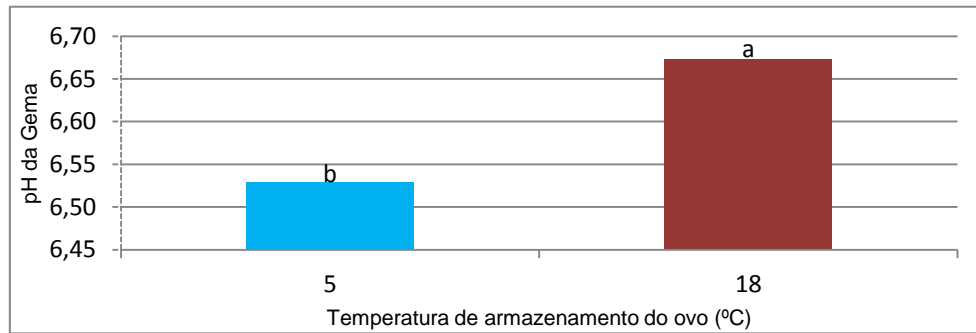


Gráfico 57: Relação entre a temperatura de armazenamento e o pH da gema do ovo, ($p < 0,0001$).

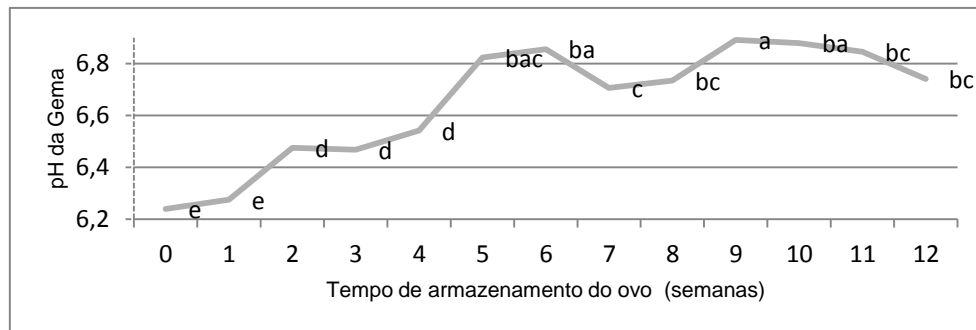


Gráfico 58: Relação entre o tempo de armazenamento e o pH da gema do ovo, ($p < 0,0001$).

Diâmetro Equatorial

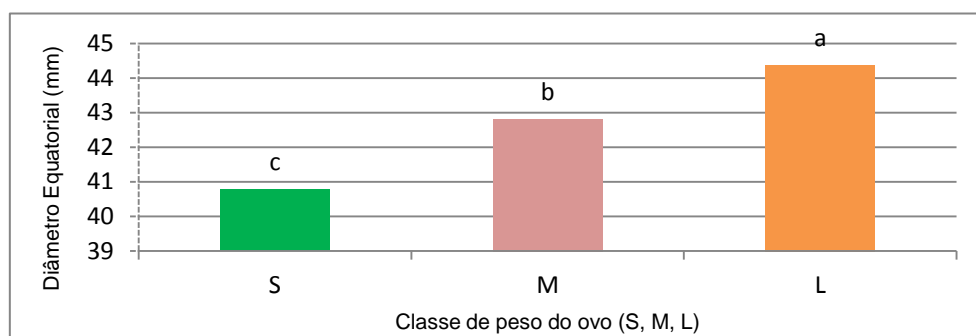


Gráfico 59: Relação entre a classe de peso do ovo e o diâmetro equatorial, ($p < 0,0001$).

Altura do Ovo

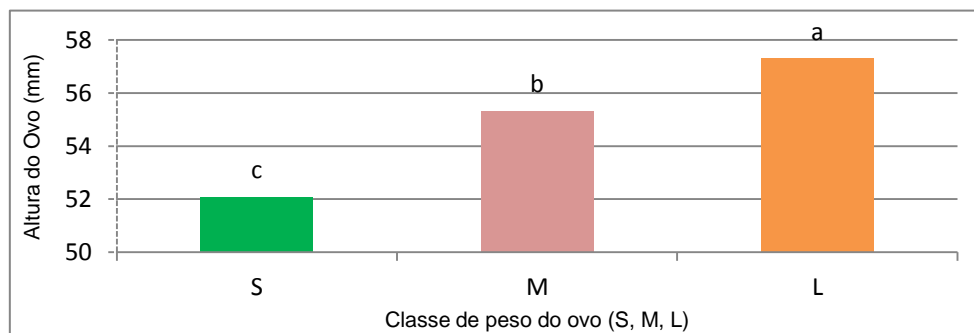


Gráfico 60: Relação entre a classe de peso e a altura do ovo, ($p < 0,0001$).