



Universidade de Lisboa

Instituto Superior de Agronomia

Diferenças físicas, químicas e sensoriais entre ovos de casca branca e ovos de casca castanha

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção animal

Pedro Pinto de Abreu Borges de Sousa

Orientador:

Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford, professora auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Júri

Presidente:

Doutor André Martinho de Almeida, professor auxiliar com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Cristina Maria Riscado Pereira Mateus Alfaia, professora auxiliar da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa.

Doutora Teresa de Jesus da Silva Matos Nolasco Crespo, professora auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Doutora Maria Madalena dos Santos Lordelo Redford, professora auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora.

2023

Agradecimentos

Em primeiro lugar, o meu agradecimento à professora Madalena Lordelo por me ter proposto este trabalho e por toda ajuda, conselhos e críticas construtivas que foram essenciais para a realização da tese.

Também o meu agradecimento ao LEAF e à FCT pelo apoio a este projeto.

À engenheira Cátia Martins o meu profundo agradecimento por todo apoio que me deu, sempre demonstrando total disponibilidade e vontade de ajudar do início ao fim, na realização deste trabalho.

A todos os engenheiros e investigadores do ISA que me ajudaram na realização das análises e interpretação dos dados. A sua ajuda foi crucial para elaboração da tese.

Ao meu pai, à minha mãe e aos meus avós um agradecimento especial pelo apoio incondicional em todas as minhas decisões pessoais e profissionais. Sem eles, não teria sido possível ter chegado até aqui.

A toda a minha família e amigos pelo apoio, força e encorajamento a querer ser mais e melhor.

A todos, o meu profundo e sincero agradecimento.

Resumo

Geralmente, o consumidor tem a percepção de que os ovos castanhos são mais naturais ou mais saudáveis do que os ovos brancos. O estudo atual tem como objetivo clarificar a comunidade científica e os consumidores sobre a qualidade destes dois tipos de ovos. Isso é especialmente importante em mercados onde os ovos castanhos são preferidos, porque os ovos brancos e as galinhas poedeiras brancas, em muitos aspectos, são mais adequados para a produção industrial de ovos do que as galinhas poedeiras castanhas.

Um total de 150 ovos com casca castanha e branca foram utilizados, provenientes de uma exploração comercial. Os ovos foram postos no mesmo dia e as galinhas poedeiras castanhas e brancas tinham a mesma idade, sendo ambas alojadas em gaiolas melhoradas. No entanto, diferentes formulações de ração foram fornecidas, uma vez que os requisitos nutricionais destas estirpes também são diferentes. Todos os ovos foram pesados individualmente e examinados à luz para determinar a percentagem de ovos com pré-rachas logo após a postura. O *Egg Shape Index* (ESI), a altura da câmara de ar e a percentagem de casca, gema e albúmen foram registrados, e a cor da gema foi avaliada. A altura do albúmen espesso foi determinada, seguida pelo cálculo das unidades de Haugh. O pH do albúmen e da gema foi analisado separadamente. Foram determinados o teor de proteínas, gorduras e minerais do albúmen e da gema, bem como o teor mineral das cascas dos ovos. Uma análise sensorial, através de testes triangulares foi realizada com amostras de ovos castanhos e brancos por um painel de 139 consumidores.

Os resultados indicaram que os ovos castanhos eram mais pesados do que os ovos brancos ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças no ESI do ovo, na cor da gema e nas unidades de Haugh entre os ovos com casca branca e castanha. Além disso, a percentagem de albúmen foi maior nos ovos castanhos ($p < 0,05$) e, surpreendentemente, a percentagem de casca foi maior nos ovos com casca branca ($p < 0,05$). Por outro lado, a percentagem de gordura na gema foi maior nos ovos castanhos ($p < 0,05$), mas a percentagem de proteínas no albúmen e na gema não foi diferente entre os ovos brancos e castanhos. A incidência de manchas de carne e de sangue foi superior nos ovos castanhos. Os consumidores preferiram ovos com casca branca ($p < 0,05$).

No geral, as principais diferenças foram uma maior percentagem de casca nos ovos brancos e uma maior percentagem de albúmen e gordura na gema dos ovos castanhos, diferenças que podem ser atribuídas à estirpe e/ou à alimentação.

Palavras-chave: Galinha, ovos castanhos, ovos brancos, parâmetros produtivos, defeitos.

Abstract

Brown eggs have been perceived by the consumer to be more natural or healthier than white eggs. The current study intends to clarify the scientific community and consumers about the quality of brown and white eggs. This is especially important in markets where brown eggs are favored, because white eggs and white laying hens, in many aspects, are more suitable for industrial egg production than brown laying hens.

A total of 150 brown and white shelled eggs were collected from a commercial farm. Eggs were laid on the same day and brown and white flocks were of the same age, and both housed in furnished cages. Different feed formulations, however, were given to the white and brown breeds since nutritional requirements were also different. All the eggs were individually weighed and candled to determine the percentage of eggs with pre-cracks right after being laid. The egg shape index, air cell height, and shell, yolk and albumen percentage were recorded, and the yolk color was evaluated. The height of the thick albumen was determined, followed by the calculation of Haugh units. Albumen and yolk pH were analyzed separately. Protein, fat, and mineral content of the albumen and yolk were examined, as well as the mineral content of the eggshells. A sensory evaluation was performed with brown and white egg samples by a panel of 139 consumers in blind triangular tests.

Results indicated that, for the same flock age, brown eggs were heavier than white eggs ($p < 0.05$). No differences were found in the egg shape index, yolk color and Haugh units between the white and brown shelled eggs. The pH of both the yolk and albumen were also not different between the two genotypes. Moreover, the percentage of albumen was higher in the brown eggs ($p < 0.05$) and, surprisingly, the percentage of shell was higher in the white shelled eggs ($p < 0.05$). On the other hand, the percentage of fat in the yolk was higher in the brown eggs ($p < 0.05$) but the percentage of protein in the albumen and in the yolk were not different between white and brown eggs. Consumers preferred white shelled eggs ($p < 0.05$).

Overall, the main differences were a greater percentage of shell in white eggs and a higher percentage of albumen and fat in the yolk of brown eggs, which are differences that can be attributable to the breed and/or the feed.

Keywords: Hen, brown eggs, white eggs, productive parameters, defects.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica	2
2.1 Galinha poedeira	2
2.1.1 Origem	2
2.1.2 Evolução das raças	3
2.2 Sistema reprodutor da galinha	6
2.3 Ovo.....	7
2.3.1 Estrutura e composição do ovo	7
2.3.2 Qualidade interna e externa do ovo	9
2.4 Panorâma avícola	14
2.5 Objetivos	15
3. Materiais e métodos	16
3.1 Amostragem	16
3.2. Análise das características físicas	17
3.3. Análise das características químicas	23
3.3.1. Proteína bruta	24
3.3.2. Gordura bruta.....	24
3.3.3. Minerais	25
3.4 Análise estatística	26
4. Resultados.....	26
4.1 Características físicas	26
4.2 Parâmetros químicos	32
4.3. Análise sensorial	34
6. Discussão	36
7. Conclusão.....	39
8. Bibliografia.....	40

Índice Figuras

Figura 1 - Distribuição geográfica das 4 espécies de galos selvagens (género <i>Gallus</i>).....	2
Figura 2 - Galinha <i>Brown Nick</i>	5
Figura 3 - Galinha <i>Dekalb White</i>	5
Figura 4 - Sistema reprodutor da galinha (Diana, 2018).....	6
Figura 5 - Ovo e seus constituintes. Fonte: Almeida, A. (2017). A indústria avícola [PowerPoint Slides]. FenixEdu.	8
Figura 6 - Gráfico representativo da produção global de ovos brancos e castanhos (Novogen 2020).	14
Figura 7- Gráfico representativo da produção de ovos castanhos e brancos na Europa (Poultry News by Lohmann, 2018).....	15
Figura 8 - Plataforma de trabalho onde foram colocados os ovos para serem analisados.	17
Figura 9 – Ovo aberto na plataforma.....	17
Figura 10 - Cascas pós estufa. Exsicador.....	18
Figura 11 - Identificaçã individual da casca.	18
Figura 12 - Análise da presença de rachas na casca com o auxílio do ovoscópio.....	19
Figura 13 - Medição da câmara de ar.....	19
Figura 14 - Análise da cor da casca com o colorímetro.....	20
Figura 15 - Leitura dos parâmetros $L^*a^*b^*$	20
Figura 16 - Análise da cor da gema com o colorímetro.....	21
Figura 17 - Análise da cor da gema com o leque colorímetro Roche.	21
Figura 18 - Medição da altura do da gema.....	22
Figura 19 - Medição da altura do albúmen espesso.....	22
Figura 20 - Pratos paralelos serrados (PP35) com 1mm de espaçamento.....	23
Figura 21 - Reómetro Haake Mars III.	23
Figura 22 - ICP e amostrador automático.....	26
Figura 23 - Resultados da viscosidade do albúmen espesso da semana 0 do ensaio.	30
Figura 24 - Resultados da viscosidade do albúmen espesso da semana 6 do ensaio.	30
Figura 25 - Resultados da viscosidade do albúmen líquido da semana 0 do ensaio.	31
Figura 26 - Resultados da viscosidade do albúmen líquido da semana 6 do ensaio.	31
Figura 27 - Amostras de ovo cozido e formulário fornecidos a cada provador.....	34
Figura 28 - Tabela de referência do teste triangular. Número mínimo de respostas corretas para estabelecer uma diferença significativa entre dois produtos, a 3 diferentes níveis de significância (5%, 1% e 0,1%). Fonte: ISO 4120 – 1983.....	35

Índice Tabelas

Tabela 1 - Classificação científica da galinha doméstica.....	3
Tabela 2 - Características zootécnicas das estirpes <i>Brown Nick</i> e <i>Dekalb White</i> (Fontes: <i>Brown Nick New Management Guide. Dekalb White CS Management Guide</i>).	5
Tabela 3 - Peso médio do ovo inteiro e percentagem média relativa da gema, albúmen e casca.	27
Tabela 4 - Valores médios da cor da casca e da cor da gema.	27
Tabela 5 - Valores médios do ESI, unidades Haugh e câmara de ar.	28
Tabela 6 - Percentagens de rachas na casca, manchas de sangue na gema e manchas de sangue no albúmen, nos ovos castanhos e brancos.	29
Tabela 7 - Valores médios do pH da gema e albúmen.....	29
Tabela 8 - Percentagens médias do teor em proteína bruta e gordura bruta.....	32
Tabela 9 - Resultados do teor de minerais (mg/kg) presente na gema, albúmen e casca.	33

1. Introdução

Os ovos de galinha são um alimento essencial. O seu sabor, baixo preço e o facto de serem uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico, ricos em minerais e vitaminas, faz com que sejam dos alimentos mais utilizados na maioria das cozinhas em todo mundo.

Os dois tipos de ovos mais comercializados são os ovos de casca branca e os ovos de casca castanha no entanto, a escolha entre um tipo ou o outro tem sido um tema bastante controverso para os consumidores. Na altura da compra, o consumidor europeu tende para os ovos de casca castanha devido à percepção de que os ovos de casca castanha são mais naturais, saudáveis e nutritivos. Ora, a cor da casca é determinada apenas pela estirpe da galinha e não pelo seu valor nutritivo ou sistema de produção.

A escolha entre os ovos de casca castanha e os ovos de casca branca pode ter influência na economia das indústrias avícolas, já que as estirpes de galinhas que põe ovos de casca branca são mais eficientes e, por isso, produzem ovos mais baratos o que é uma vantagem tanto para os consumidores como para os produtores. A compreensão das diferenças entre os ovos de casca branca e os ovos de casca castanha vai ajudar o consumidor a tomar decisões mais informadas no ato da compra.

O objetivo deste estudo é comparar algumas características físicas e químicas entre os dois tipos de ovos, que são de maior interesse para o consumidor, bem como interpretar os fatores que influenciam as preferências dos consumidores, através da realização de uma análise sensorial.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Galinha poedeira

2.1.1 Origem

O início da domesticação da galinha é um pouco incerto. Pensa-se que as primeiras aves foram domesticadas no Sudeste Asiático em 1500 a.c. com a chegada do cultivo do arroz. Esta cultura teve um papel muito importante na sua domesticação pois fez com que as aves selvagens se aproximassem dos humanos.

A comunidade científica reconhece que as raças de galinhas domésticas existentes atualmente, são descendentes da espécie *Gallus gallus* (*Red jungle fowl* - Galo vermelho da floresta ou galo-banquiva) mais especificamente da subespécie *Gallus gallus spadiceus* que ainda se encontra nos dias de hoje em estado selvagem nas florestas do Sudeste asiático (Índia, China, Vietname, Tailândia, Java e Sumatra).

A espécie *Gallus gallus* deu depois origem às outras três espécies do género *Gallus*: o *Gallus varius* (galo verde das florestas de Java e Sumatra), o *Gallus sonneratii* (galo Sonneratii da Índia) e o *Gallus lafayettii* (Sri Lanka) (Lawal et al., 2021).

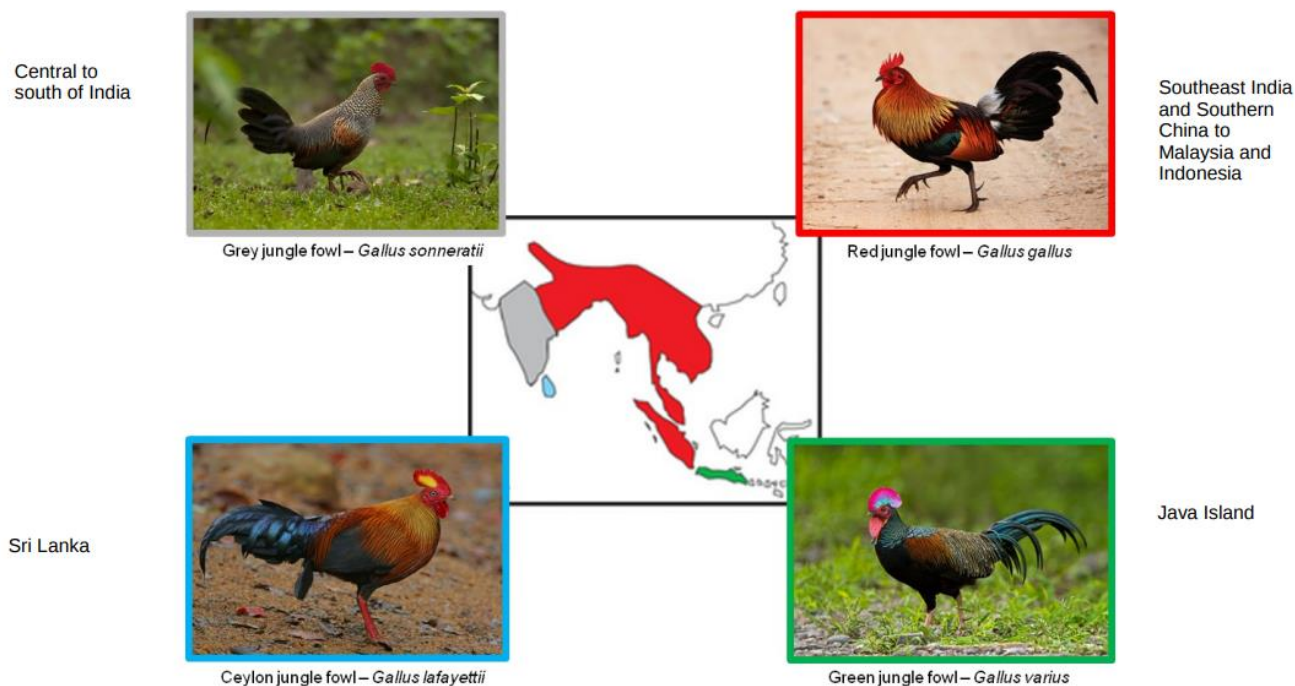


Figura 1 - Distribuição geográfica das 4 espécies de galos selvagens (género *Gallus*).

Estudos recentes demonstraram que houve uma contribuição genética das 4 espécies do género *Gallus* para a origem da galinha doméstica *Gallus gallus domesticus*. Isto foi possível

devido à rápida dispersão destes animais pelo continente asiático que favoreceu o cruzamento das diferentes espécies. Mais tarde, através das rotas marítimas, a galinha doméstica rapidamente se dispersou para o resto do mundo chegando à Oceânia, África e posteriormente à Europa. Com a descoberta do novo mundo, foi introduzida nas Américas.

Tabela 1 - Classificação científica da galinha doméstica

Classificação científica	
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Classe	<i>Aves</i>
Ordem	<i>Galliformes</i>
Família	<i>Phasianidae</i>
Gênero	<i>Gallus</i>
Espécie	<i>G. gallus</i>
Subespécie	<i>Gallus gallus domesticus</i>

2.1.2 Evolução das raças

Todas as raças de galinhas conseguem produzir ovos para consumo humano desde que sejam fornecidas dietas apropriadas e condições ambientais adequadas.

A seleção, geração após geração, de galinhas com características morfológicas favoráveis à produção de ovos, levou ao desenvolvimento das primeiras raças de galinhas poedeiras.

Primeiramente, foram desenvolvidas raças de aptidão dupla para produção de carne e ovos, como por exemplo as raças *Rhode Island Red*, *Plsmouth Rock* e *White Wyandotte*. No desenvolvimento das raças especializadas apenas para a postura de ovos, foram selecionadas galinhas mais pequenas mas com características que favorecessem uma maior produção de ovos, menosprezando a sua capacidade para produção de carne. Esta seleção deu origem às raças puras de galinhas poedeiras como por exemplo as raças *Minorca*, *Leghorn* e *Ancona*.

Com o aparecimento das estirpes de galinhas poedeiras híbridas, a produção industrial de ovos teve um aumento muito significativo já que estas estirpes têm uma taxa de produção de ovos muito superior e um índice de conversão consideravelmente mais baixo,

comparativamente com as raças puras. As galinhas *Brown Nick* e *Dekalb White* são exemplos de estirpes híbridas utilizadas atualmente em aviários industriais, para a produção de ovos para consumo.

Atualmente, as genéticas das estirpes híbridas são propriedade de grandes empresas internacionais que fazem o trabalho de seleção e melhoramento genético. Estas empresas, responsáveis pela seleção das galinhas poedeiras, têm como objetivo principal selecionar as melhores galinhas e utilizá-las para dar origem às gerações futuras (Pintado, 2012). As melhores aves são aquelas que possuem a capacidade de melhorar várias características simultaneamente, embora algumas delas tenham correlações genéticas negativas. Dentro dos vários grupos de seleção, podem-se destacar três características fundamentais:

- Aumento do número de ovos comercialmente desejáveis, por ave alojada;
- Índice de conversão baixo (kg de ovos produzido / kg de ração consumido);
- Otimização da qualidade interna e externa do ovo.

O número de ovos por ave alojada é o fator mais importante no processo de seleção. No entanto, a importância das características a selecionar mudou do pico da curva de produção de ovos para se concentrar na melhoria de outros caracteres essenciais com grande influência na produção avícola:

- Uma ótima maturidade sexual combinada com um rápido aumento do peso do ovo nas primeiras semanas, com o objetivo de alcançar um bom peso do ovo o mais precocemente possível e reduzir o número de ovos pequenos ao início;
- Conseguir um elevado pico de postura durante um maior período de tempo;
- Melhorar a qualidade da casca e a qualidade de vida útil da galinha poedeira;
- Aumentar a capacidade/estrutura óssea da galinha;

Resumindo, as empresas responsáveis pela seleção das melhores galinhas poedeiras pretendem atingir parâmetros produtivos altos e capacidades de adaptação elevados (Preisinger, 2017).

As galinhas das estirpes *Brown Nick* (figura 2) e *Dekalb White* (figura 3) são exemplos de sucesso do trabalho de seleção nas galinhas poedeiras. A estirpe *Brown Nick* é das mais utilizadas para a produção de ovos castanhos e a *Dekalb White* na produção de ovos brancos. No entanto estas estirpes ainda apresentam diferenças entre si, em alguns parâmetros chave. A galinha *Dekalb White* apresenta um menor peso vivo, um menor índice de conversão e uma maior produção de ovos comparativamente com a estirpe *Brown Nick*, o que faz com que a sua utilização seja comercialmente mais vantajosa para o setor avícola.



Figura 2 - Galinha *Brown Nick*



Figura 3 - Galinha *Dekalb White*

Tabela 2 - Características zootécnicas das estirpes *Brown Nick* e *Dekalb White* (Fontes: *Brown Nick New Management Guide*. *Dekalb White CS Management Guide*).

	<i>Brown Nick</i>	<i>Dekalb White</i>
Peso vivo (g) 19 semanas	1596	1335
Peso vivo (g) 24 semanas	1882	1575
Peso vivo (g) 100 semanas	2090	1725
Nº ovos / galinha 24 semanas	27	28
Nº ovos / galinha 52 semanas	209	213
Nº ovos / galinha 100 semanas	456	486
Kg de ovo produzido 24 semanas	15,5	15,9
Kg de ovo produzido 52 semanas	19,7	20,5
Kg de ovo produzido 100 semanas	29,3	30,2
Índice de conversão	2,20	2,01
Peso médio do ovo (g) 19 semanas	45,0	43,5

Peso médio do ovo (g) 24 semanas	56	55
Peso médio do ovo (g) 100 semanas	68	64
Alimento (g) /dia (média)	116	109

2.2 Sistema reprodutor da galinha

O sistema reprodutor da galinha é constituído por um ovário e por um oviduto funcional. No início do desenvolvimento embrionário existem dois lados do ovário e do oviduto, direito e esquerdo, mas devido a um processo de regressão que ocorre durante o desenvolvimento embrionário, apenas o ovário e o oviduto do lado esquerdo se desenvolvem e se tornam funcionais. O oviduto é composto pelo infundíbulo, magno, istmo, útero ou glândula da casca e vagina.



Figura 4 (Diana, 2018).

No ovário encontram-se as células primordiais que dão origem aos oócitos. Estes, ao receberem nutrientes, vão se desenvolver e transformar em óvulos que se hierarquizam por

diferentes tamanhos. Quando prontos para serem ovulados, a parede do folículo rompe e o óvulo entra no infundíbulo onde recebe a membrana vitelínica e as calazas. O ovo permanece no infundíbulo cerca de 15 minutos e é neste local onde ocorre a fertilização, caso haja a presença de espermatozóides (Benites et al., 2005). Depois segue para a zona do magno onde permanece cerca de 2 a 3 horas. É no magno onde as diferentes camadas do albúmen vão sendo depositadas em redor da gema (cerca de 50% do albúmen total) e é nesta secção onde é depositado a maior parte do sódio, cálcio e magnésio. No istmo, no qual o ovo permanece por uma hora e meia, são introduzidas as membranas interna e externa da casca e também parte do albúmen (cerca de 10%). É também nesta secção onde se formam os primeiros cristais de carbonato de cálcio que irão formar as membranas exteriores da casca (Solomon, 1991). O número de cristais que é depositado pelo istmo é geneticamente controlado e está diretamente relacionado com a espessura da casca, ou seja, quantos mais cristais depositados maior será a espessura final da casca. A formação da casca ocorre no útero onde o cálcio que circula na corrente sanguínea é secretado pelas glândulas calcíferas do oviduto e depois depositado, formando uma estrutura cristalina. É também depositado o restante albúmen (40%). O ovo permanece no útero cerca de 22 horas. Antes da postura, o ovo passa pela vagina, por cerca de 15 minutos, onde recebe a cutícula que tem como função proteger os poros da casca, preservar o ovo e atuar como uma primeira barreira de defesa contra a contaminação microbiana. As membranas da casca são depositadas internamente entre a casca e o albúmen e quando o ovo é oviposto forma-se a câmara de ar, entre essas membranas (Mazzuco, 2008).

2.3 Ovo

2.3.1 Estrutura e composição do ovo

Os constituintes do ovo são: a gema, albúmen (espesso e líquido), casca, cutícula, câmara de ar, membrana interna e externa, calazas, membrana vitelina e blastodisco (figura 5).

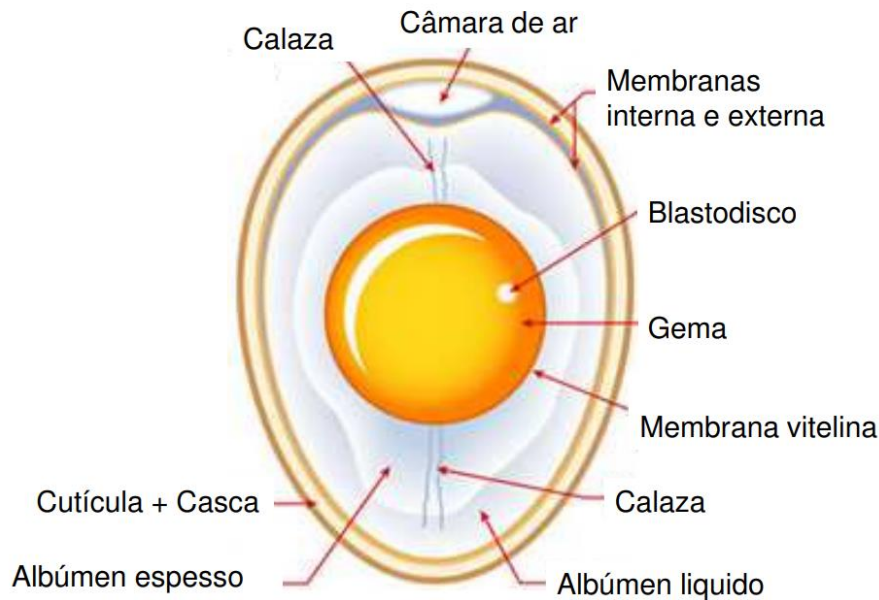


Figura 5 - Ovo e seus constituintes. Fonte: Almeida, A. (2017). A indústria avícola [PowerPoint Slides]. FenixEdu.

A gema é essencialmente uma emulsão de gordura em água que representa cerca de 30% do peso total do ovo. É composta por 49% de água, 16% de proteína, 30% de gordura, glicose, lecitina, vitaminas A, D, E, K, vitaminas do complexo B e sais minerais. A fração lipídica é constituída por triglicerídeos (66%), fosfolípidos (28%) e colesterol (5%). Relativamente aos ácidos gordos, 64% são ácidos gordos insaturados sendo predominantes o ácido oleico e o ácido linoleico (Belitz et al., 2009). A gema é ainda envolvida pela membrana vitelina que lhe confere estrutura e proteção contra ruturas. A membrana vitelina vai se tornando mais frágil e fina com o avançar da idade do ovo (período de armazenamento após postura).

O albúmen constitui cerca de 60 % do peso total do ovo e é constituído essencialmente por água (87,9%) e proteínas (10,6%), contendo também vitaminas do complexo B e pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais. A fração proteica é constituída maioritariamente por ovalbumina, ovotransferrina, ovomucina, ovomucoide e lisozima (Kovacs-Nolan et al., 2005). Estas proteínas presentes no albúmen possuem propriedades biológicas antibacterianas que, direta e indiretamente, contribuem para a proteção do embrião como também para a conservação do próprio ovo (Mazzuco, 2008).

Devido às suas propriedades reológicas, o albúmen pode ser dividido em albúmen espesso (porção da albúmen que se mantém firme junta à gema), albúmen líquido (parte da

albúmen que se dispersa mais facilmente) e as calazas que são estruturas protéicas aderidas à membrana vitelina, responsáveis por manter a gema centralizada no ovo (representam cerca de 2,7% do albúmen).

A casca do ovo representa cerca de 9% do peso total do ovo. A fração mineral da casca é constituída por 98,2% de carbonato de cálcio, 0,9% de carbonato de magnésio e 0,9% de fosfato de cálcio. 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 gás carbónico. Estes poros estão cobertos por uma cutícula que protege o ovo da perda de água e impede a penetração de microrganismos (Benites et al., 2005). A membrana da casca é formada por duas camadas, uma mais externa e mais espessa e uma mais interna e mais fina, ambas formadas por fibras proteicas inter cruzadas. Esta estrutura confere resistência à casca e protege-a da contaminação por microrganismos (Ramos, 2008).

Na extremidade de maior diâmetro do ovo, encontra-se a câmara de ar que é um espaço formado entre a membrana interna e externa da casca. No momento da postura ocorre um arrefecimento do ovo quando este passa da temperatura corporal da ave (aproximadamente 39°C) para uma temperatura ambiente. Esta mudança de temperatura provoca uma contração da membrana interna e o vácuo resultante favorece a entrada de ar na câmara formando assim a câmara de ar (Benites et al., 2005). A câmara de ar tem como função o fornecimento de oxigénio, quando o futuro pinto se encontra pronto para eclodir, de modo a que este ganhe força para iniciar a quebra da casca.

O blastodisco é composto por uma camada superficial de células que daria origem ao embrião, caso o ovo fosse fertilizado.

2.3.2 Qualidade interna e externa do ovo

2.3.2.1 Qualidade Interna

Os aspetos internos considerados relevantes são os que se relacionam com as características da gema e do albúmen (Mendes, 2010). Alguns destes parâmetros são baseados em medidas subjetivas da qualidade do ovo enquanto outros são baseados em medidas precisas e quantitativas.

Gema

Segundo Mourão (2012), a qualidade de gema é avaliada principalmente pela presença de manchas de sangue, cor, uniformidade e propriedades físicas.

A cor da gema é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição por parte do consumidor por isso, na indústria de alimentos, a cor é um atributo de grande importância. Se a cor for atraente para o consumidor, mais facilmente o alimento será ingerido ou, pelo menos, provado (Silva et al., 2000). Pesquisas recentes em vários países europeus como na França, Alemanha, Itália, Reino Unido, Espanha, Polónia e Grécia têm confirmado que a cor da gema é um dos principais parâmetros pelos quais a qualidade dos ovos é avaliada, dando-se preferência a uma cor mais laranja. Filho (2004) confirma que a cor da gema está relacionada com a existência de agentes pigmentantes presentes no alimento dos animais, mais concretamente pelo conteúdo e perfil dos carotenóides presentes na sua alimentação e pode facilmente ser adaptado, através da alteração de ingredientes na ração, de modo a coincidir com as preferências dos consumidores. Os carotenóides podem ser incluídos na dieta pelo uso de matérias primas ou através de aditivos. Quanto maior a quantidade dessas substâncias pigmentantes na alimentação da galinha, mais forte, ou seja, mais laranja, se torna a tonalidade da gema.

O principal defeito na gema para o consumidor é o aparecimento de manchas de sangue. As manchas de sangue são provocadas pela rutura dos vasos sanguíneos no ovário durante a libertação do folículo. Se, por algum motivo, o folículo não se divide pelo estigma, os numerosos vasos sanguíneos são rompidos o que resultará em sangue livre, sendo encontrado posteriormente na gema do ovo, ou seja, ocorrerá a formação de uma mancha de sangue. Estas manchas aparecem geralmente na gema e são de diâmetro muito variável. Geralmente são afetadas por níveis reduzidos de vitaminas A e K na dieta, toxinas fúngicas, programas de luz, e idade do animal (Becker et al., 1973).

Albúmen

O albúmen deve ser límpido, transparente, consistente, denso e com uma pequena porção fluída e pode ser dividido em duas porções com diferentes características reológicas entre si, o albúmen espesso e albúmen líquido.

Uma das características reológicas mais importantes a avaliar no albúmen é a viscosidade. É uma variável qualitativa importante, uma vez que influencia as características funcionais, tais como a capacidade estabilizante, emulsionante e coagulante (Kemps et al.,

2010). A viscosidade é uma propriedade física que consiste na resistência ao fluxo/escoamento, que resulta do atrito entre as camadas do fluido (Daubert et al., 1998). Esta é calculada através de um coeficiente que depende da coesão das partículas (Ferreira, 2004) e depende da estrutura física e química do fluido, da temperatura, pressão e taxa de corte (Severa et al., 2009). O albúmen exerce uma grande influência na qualidade interna do ovo, visto que a diminuição da viscosidade desencadeada, por exemplo, por um aumento do pH, afeta negativamente a capacidade espumante, levando assim à diminuição da qualidade do ovo (Kemps et al., 2010). É afetada principalmente pela alimentação das galinhas e pela idade das mesmas, pois, galinhas mais velhas produzem ovos com uma menor percentagem de albúmen espesso, logo de pior qualidade (Trindade, et al., 2007; Mourão, 2012). Com o passar do tempo, o albúmen tem tendência a tornar-se mais líquido espalhando-se com mais facilidade (UFES, 2007). Durante o armazenamento do ovo, o pH do albúmen aumenta causado pela perda de CO₂ e de água para o exterior através dos poros presentes na casca. Esse aumento de pH está relacionado com uma deterioração da qualidade do mesmo (Li-Chan et al., 1995). O pH do albúmen de um ovo recém-posto normalmente varia entre 7,6 a 7,9. Com o aumento do tempo de armazenamento, o pH aumenta podendo chegar a valores de 9,5. Num ambiente refrigerado ocorre uma menor perda de dióxido de carbono e como consequência uma estabilidade do pH.

A medida mais utilizada para medir a consistência do albúmen são as unidades de Haugh (HU), que variam entre 20 e 110 (Mourão, 2012) e relacionam a espessura do albúmen espesso (mm) com o peso total do ovo (Trindade et al., 2007; Mourão, 2012). De um modo geral, quanto maior forem as unidades de Haugh, melhor a qualidade do ovo. Os ovos podem ser classificados em três categorias: AA, A e B, sendo os que apresentam $HU \geq 72$ são considerados de excelente qualidade (AA), os ovos de qualidade média (A) com $60 \leq HU \leq 71$ e os ovos de qualidade inferior (B) com $HU < 60$ (USDA, 2012). Os ovos da categoria B são rejeitados. O valor de Unidades Haugh é influenciado por fatores que interagem com a qualidade do albúmen como altas temperaturas e baixa humidade durante o armazenamento dos ovos, idade da ave, doenças e presença de toxinas.

Outros defeitos que podem aparecer no albúmen e que causam uma reação negativa por parte do consumidor são as manchas de carne. A maioria das manchas de carne são pedaços de tecidos dos compartimentos do sistema reprodutor, geralmente de cor castanha que podem ser encontradas no albúmen espesso ou nas calazas e variam em tamanho de 0,5 mm até 3 mm de diâmetro. A incidência de manchas de carne varia entre menos de 3% a 30% ou mais, aumentando com o stress e a idade da ave (Jeffrey et al., 2007).

A avaliação da câmara de ar do ovo também é um dos fatores importantes para avaliar a qualidade interna do ovo, sendo que, num ovo fresco, a câmara de ar deve ter menos de 6 mm. Com o aumento do tempo de armazenamento, a câmara de ar tende a aumentar devido à perda de água do ovo por evaporação e pela acumulação de gases resultantes da atividade microbiana (Mourão, 2012).

2.3.2.2 Qualidade externa

A qualidade externa do ovo inclui todos os parâmetros que são observáveis "à primeira vista" pelo consumidor e engloba a avaliação do peso do ovo, forma, cor e resistência da casca que varia com a idade, estirpe da galinha, alimentação, temperatura ambiente, etc.

Tanto o produtor como as empresas de genética têm interesse em aumentar o número de ovos comercialmente produzidos logo, o maior número possível de ovos deve ter um peso dentro do intervalo exigido pelo mercado e a sua casca deve estar limpa, intacta e livre de qualquer defeito.

O peso do ovo sempre foi um fator muito importante no programa de seleção de galinhas poedeiras. Muitos autores defendem que quanto menor for o peso vivo das galinhas, menor será o peso dos seus ovos. No entanto, galinhas mais pequenas consomem menos alimento por dia e têm um menor índice de conversão. A idade das galinhas e o peso do ovo também são fatores altamente correlacionados, de modo que as aves que põem ovos de grande tamanho no início do ciclo, tendem a pôr ovos maiores no final do ciclo de postura. No entanto, um peso elevado do ovo no final do ciclo de postura pode levar à diminuição da qualidade da casca e originar problemas nas galinhas o que leva a que o produtor prefira ter uma curva de peso do ovo o mais plana possível (Bell et al, 1981; Madrid et al, 1981; Harms et al, 1982; Singh et al., 1982; Ruiz et al, 1983; Summers et al., 1983).

Durante o processo de seleção, o objetivo é procurar aves que tenham um rápido aumento do peso dos ovos no início da postura, para reduzir o número de ovos abaixo de 53g com pouco valor comercial, e um peso moderado ao final do ciclo.

A qualidade da casca é um fator muito importante para a segurança alimentar visto que se a casca estiver danificada ou estiver com baixos teores de cutícula, os ovos estão mais suscetíveis à contaminação por microrganismos. A casca deve estar sempre limpa, sem deformações e deve ser resistente pois cascas resistentes são melhores para protegerem o núcleo interno do ovo (Pedrosa, 2022).

A cor da casca é também um fator determinante para o consumidor. A coloração da casca do ovo é uma característica genética da galinha que é controlada por vários genes. Uma maior atividade de síntese de ácido δ -aminolevulínico, por parte das galinhas que produzem ovos castanhos, em comparação com as poedeiras de ovos brancos, sugere que a coloração da casca dos ovos é puramente controlada por genes (Schwartz et al., 1980). Estes genes envolvidos na coloração da casca dos ovos codificam proteínas e enzimas que regulam a produção e deposição de pigmentos na casca do ovo (Van Brummelen et al., 1993; Liu et al., 2010). Os principais pigmentos responsáveis pela coloração dos ovos são a protoporfirina IX, biliverdina IX e quelato de zinco (Solomon, 1987). Segundo este mesmo autor, estes pigmentos parecem ter origem nas glândulas calcíferas presentes no útero, mas ainda não são conhecidos os genes responsáveis pela sua sintetização. A cor castanha nos ovos é determinada através de um gene dominante que é epistático ao gene recessivo que determina a cor dos ovos brancos (Punnett and Bailey, 1920). É importante realçar que do ponto de vista nutricional, não há diferença entre os ovos de casca branca e ovos de casca castanha (Benites et al., 2005). Embora a cor da casca não tenha influência no valor nutritivo do ovo e seja uma característica puramente estética, ela tem um valor determinante em relação às preferências do consumidor.

O *Egg Shape Index* (ESI) é um parâmetro que indica se o ovo apresenta uma forma normal, mais arredondada ou mais alongada. É calculado pela razão entre o diâmetro e altura do ovo (Hidalgo et al., 2008).

$$ESI (\%) = \frac{Diâmetro}{Altura} * 100$$

Para que o ovo apresente uma forma normal, o ESI deve apresentar um valor entre os 72% e 76%. Para uma percentagem superior, o ovo apresenta uma forma mais arredondada e para uma percentagem inferior, apresenta uma forma mais alongada (Nunes da Silva, 1996). O ovo para consumo deve respeitar o índice ótimo, apresentando uma forma normal, isto é, com uma extremidade mais larga e outra mais pontiaguda o que facilita o condicionamento do ovo. É também a forma a que o consumidor dá preferência (Nunes da Silva, 1996).

2.4 Panorâma avícola

O desenvolvimento tecnológico na produção, o crescimento económico mundial e o aumento das populações urbanas levou a um crescimento muito significativo na produção de ovos nas últimas décadas. O facto de ser um alimento muito nutritivo, fácil de cozinhar e acessível em termos de preço, faz com que o ovo seja um dos alimentos mais consumidos no mundo.

A produção de ovos para consumo, a nível mundial, centra-se principalmente na produção de ovos de casca castanha e ovos de casca branca. Existem países onde, na sua maioria, só se consome ovos castanhos como é o caso dos países europeus e africanos e outros onde os consumidores têm como tradição o consumo de ovos de casca branca como é o caso da América do Norte.

PRODUÇÃO GLOBAL DE OVOS BRANCOS E OVOS CASTANHOS

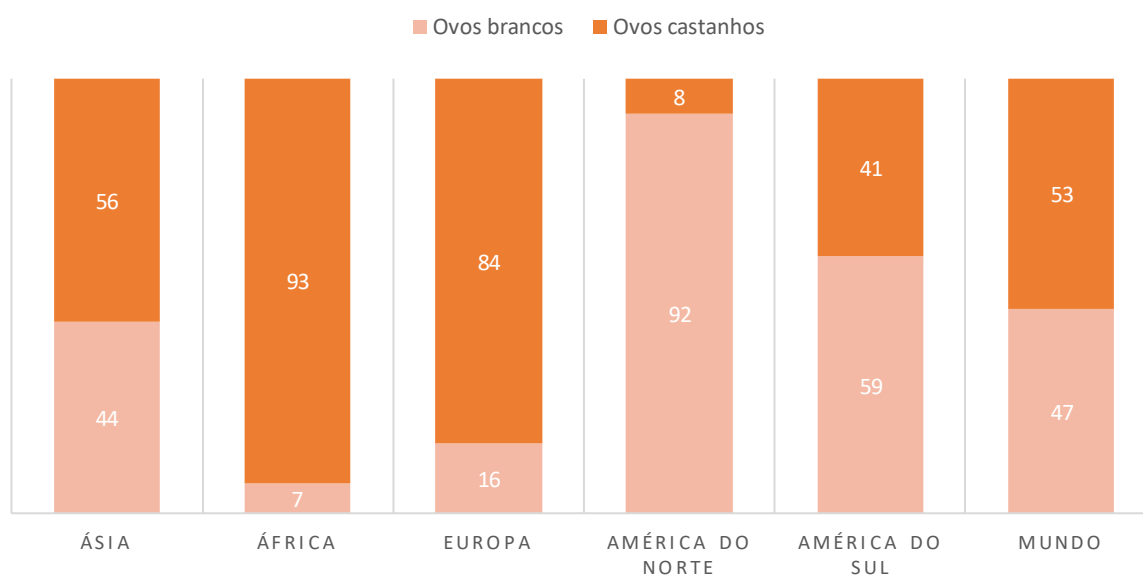


Figura 6 - Produção global de ovos brancos e castanhos (Novogen 2020).

A nível Europeu, apesar de grande parte dos ovos consumidos serem de casca castanha, existem alguns países onde prevalece o consumo de ovos brancos, nomeadamente nos países nórdicos.

PRODUÇÃO DE OVOS CASTANHOS E OVOS BRANCOS NOS PAÍSES EUROPEUS

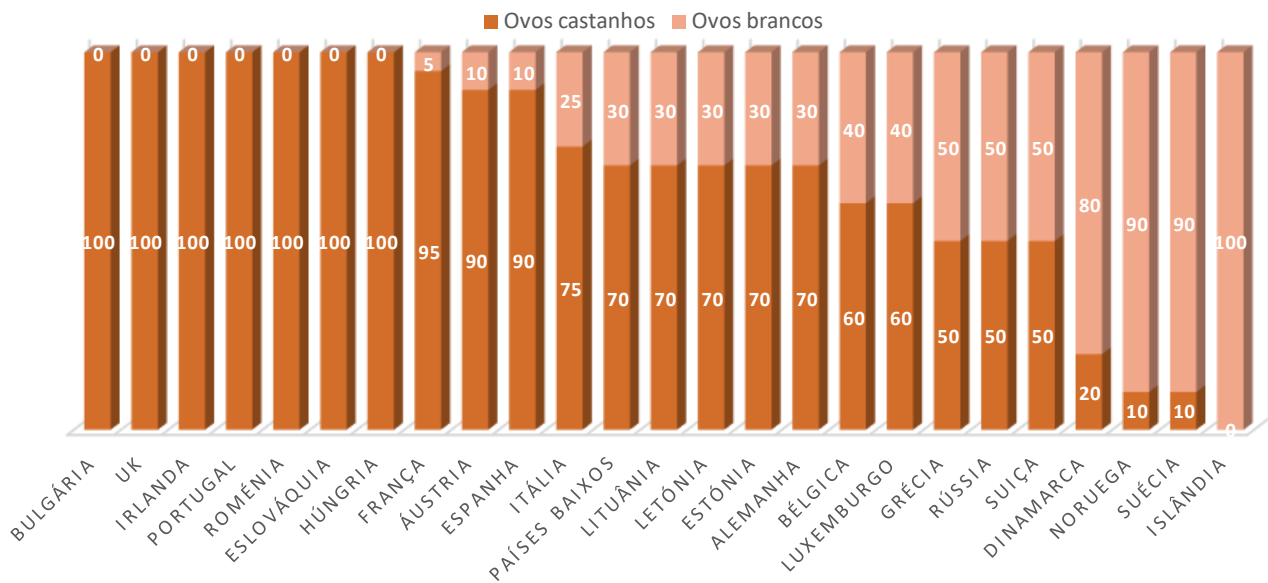


Figura 7- Produção de ovos castanhos e brancos na Europa (Poultry News by Lohmann, 2018).

Em Portugal, o consumo médio de ovos per capita tem aumentado no últimos anos (INE). No entanto, quase 100% dos ovos consumidos são de cor castanha. Existe apenas um empresa em Portugal que produz ovos brancos. A empresa Rica Granja, sediada em Proença-a-nova, tem o exclusivo da produção de ovos brancos em Portugal onde 67% da sua produção é exportada para países como Israel, Inglaterra, Espanha e França. Os restantes 33% da sua produção tem como destino o mercado português.

2.5 Objetivos

A escolha entre os ovos de casca castanha e os ovos de casca branca pode ter influência na economia das indústrias avícolas, já que as estirpes de galinhas que põe os ovos brancos têm parâmetros zootécnicos mais favoráveis à produção, o que as faz ser mais eficientes e, por isso, produzirem ovos mais baratos o que é uma vantagem tanto para os consumidores como para os produtores. O objetivo deste estudo é comparar algumas características físicas e químicas entre os ovos de casca branca e os ovos de casca castanha, através da análise de vários parâmetros que são de maior interesse para o consumidor, bem como interpretar a preferência dos consumidores entre os dois tipos de ovos, através da realização de uma análise sensorial.

3. Materiais e métodos

O trabalho prático foi realizado no laboratório Professor Pais de Azevedo em parceria com o laboratório Ferreira Lapa e com o laboratório de Química Agrícola, do Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas, do Instituto de Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Todos os ovos utilizados para este estudo foram fornecidos pelo grupo CAC – Companhia Avícola do Centro, que comercializa ovos castanhos e brancos. Os ovos castanhos são produzidos nos próprios aviários da CAC enquanto que os ovos brancos são fornecidos pela empresa Rica Granja. Os ovos foram recolhidos no Mercado Abastecedor da região de Lisboa. O primeiro dia do ensaio foi no dia após a recolha dos ovos.

A estirpe das galinhas poedeiras utilizada nos aviários da CAC para produção de ovos castanhos é a Brown Nick. É uma estirpe de alta performance criada pela H&N International, uma empresa de genética especializada no desenvolvimento de estirpes de galinhas poedeiras para uso industrial. A estirpe das galinhas poedeiras usadas nos aviários da Rica Granja para a produção de ovos brancos é a Dekalb white. É também uma estirpe de alta performance criada pela empresa Dekalb Poultry Research, que pertence desde o ano 2000 à empresa Hendrix Genetics. Esta estirpe tem sido desenvolvida nos últimos anos e neste momento é a mais utilizada para a produção industrial de ovos brancos.

Tanto os ovos brancos como os ovos castanhos foram provenientes de galinhas com 24 semanas de idade, em sistemas de produção de gaiolas melhoradas.

3.1 Amostragem

Para este ensaio, foram analisados 8 ovos brancos e 8 ovos castanhos, semanalmente, durante 7 semanas fazendo um total de 112 ovos. Para cada ovo, foi atribuído uma folha de registo individual, onde foram sendo registados os dados obtidos das análises às características físicas e químicas. Durante estas 7 semanas, os ovos foram armazenados numa sala climatizada a uma temperatura constante de 21°C e com uma humidade relativa de 80%. Nestas 7 semanas, foram realizadas todas as análises necessárias para o cálculo dos parâmetros físicos de cada ovo. Foi utilizada uma plataforma nivelada, onde foi colocado o ovo depois de aberto para serem efetuadas estas análises (ver figuras 8 e 9).

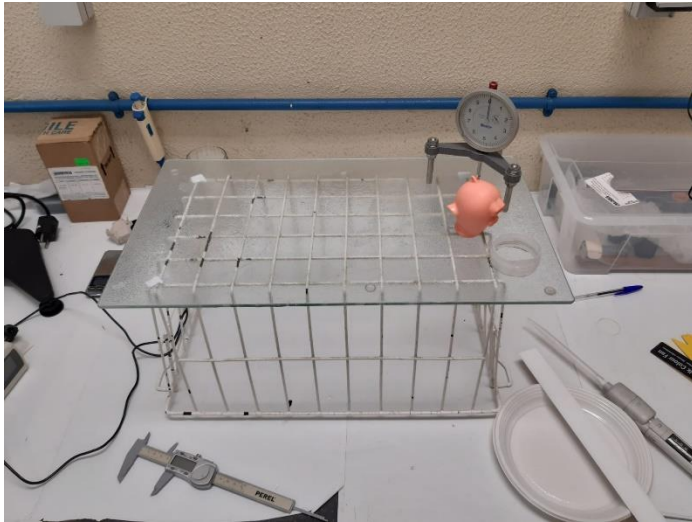


Figura 8 - Plataforma de trabalho onde foram colocados os ovos para serem analisados.

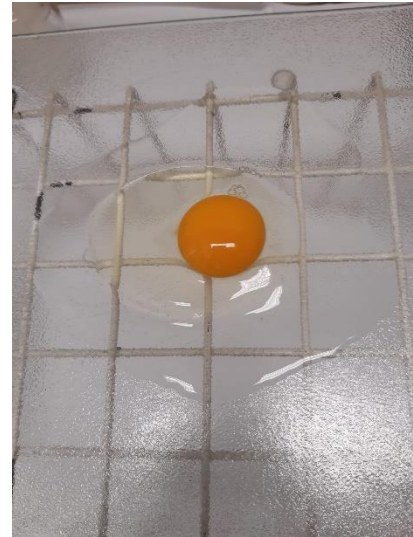


Figura 9 – Ovo aberto na plataforma.

Foram também recolhidas e congeladas amostras de gema, albúmen, e casca dos ovos analisados nas semanas 0, 3 e 6 do ensaio, para ser calculado o teor de gordura bruta e de minerais.

Para a análise proteica, foram utilizadas, nas semanas 0, 3 e 6, amostras de gema, albúmen espesso e albúmen líquido recolhidas de 4 ovos brancos e 4 ovos castanhos, fazendo um total de 24 ovos utilizados para este efeito.

Foram também recolhidas semanalmente, amostras do albúmen espesso e albúmen líquido de 1 ovo branco e 1 ovo castanho para ser analisada a viscosidade, fazendo um total de 14 ovos.

3.2. Análise das características físicas

Para a determinação das características físicas foram analisados os seguintes parâmetros: O peso do ovo inteiro e o peso relativo dos seus constituintes principais (gema, albúmen e casca), a cor da casca e da gema, a medição de unidades Haugh, o *Egg Shape Index* (ESI), a altura da câmara de ar, a existência ou não de rachas na casca, a presença de manchas de sangue na gema ou de manchas de carne no albúmen, o diâmetro e altura da gema, o comprimento e largura do albúmen, o pH e temperatura da gema e do albúmen e a viscosidade do albúmen espesso e líquido.

O ovo inteiro foi pesado inteiro com recurso a uma balança de precisão. Depois do ovo ter sido aberto, foram separados os seus constituintes (gema, albúmen e casca) para serem pesados individualmente. A gema foi separada com auxílio de um separador de gemas e recolhida para um goblé de vidro previamente pesado. O peso da gema foi calculado através da diferença do peso do goblé com a gema e o peso do goblé vazio. O albúmen foi recolhido com uma micropipeta e colocado num goblé de vidro previamente pesado. O seu peso foi calculado pela diferença entre o peso do goblé com o albúmen e o peso do goblé vazio.

As cascas dos ovos, previamente identificadas com o número de identificação do ovo correspondente (ver figura 10) foram colocadas em caixas de petri individuais e levadas para uma estufa a 103°C, durante 24h, para que toda a humidade presente na casca fosse removida. Após terem sido retiradas da estufa, as cascas foram armazenadas num exsicador (ver figura 11) até ser efetuada a sua pesagem individual.



Figura 10 - Identificação individual da casca.



Figura 11 -Cascas pós estufa. Exsicador.

Foram medidos o diâmetro e a altura equatorial do ovo com a utilização de um paquímetro para ser calculado o ESI, através da fórmula:

$$ESI (\%) = \frac{Diâmetro}{Altura} * 100$$

A análise da presença, ou não, de rachas na casca foi realizada numa sala às escuras onde os ovos foram observados individualmente, com o auxílio de um ovoscópio (ver figura 12).

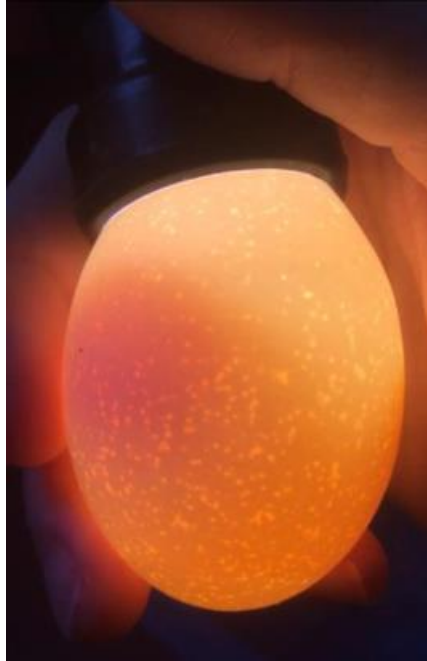


Figura 12 - Análise da presença de rachas na casca com o auxílio do ovoscópio.

A altura da câmara de ar foi medida e registada, utilizando um medidor próprio para o efeito, também com o auxílio do ovoscópio (ver figura 13).



Figura 13 - Medição da câmara de ar

A cor da casca foi analisada com o ovo ainda inteiro e foi determinada com a utilização de um colorímetro (ver figuras 14 e 15). Para uma leitura precisa, foi utilizada, no colorímetro, uma ponteira específica para superfícies lisas e foram realizadas 3 leituras em 3 posições diferentes sendo o valor final resultante da média destas leituras. Foram registados os valores, segundo o sistema CIELAB, de L^* e das coordenadas cromáticas a^*b^* , em que L^* indica a luminosidade, a^* é coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e $-a$ indica verde) e b^* é a coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e $-b$ indica azul).



Figura 14 - Análise da cor da casca com o colorímetro.

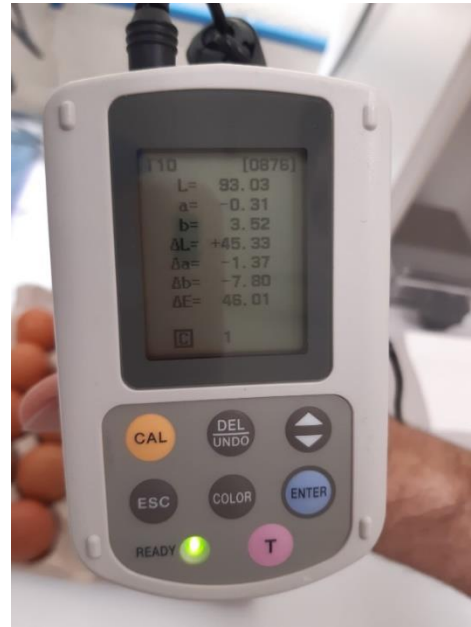


Figura 15 - Leitura dos parâmetros $L^*a^*b^*$.

Para a determinação da cor da gema, foram realizadas duas análises distintas. Para a primeira análise foi utilizado o mesmo colorímetro utilizado para a classificação da cor da casca, agora usando uma ponteira específica para superfícies líquidas. Foi utilizado um suporte de plástico para ajudar a manter a gema fixa de modo a permitir uma leitura precisa (ver figura 16). Os parâmetros de cor lidos segundo o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*) foram obtidos da média de 3 leituras, na mesma posição. Na segunda análise, a cor da gema foi classificada através do uso de um leque colorímetro Roche. O leque colorimétrico Roche é composto por 15 graduações, sendo 1 a que corresponde ao amarelo claro e o 15 ao laranja avermelhado. A cor da gema foi comparada com as diferentes graduações de cor existentes no leque, sempre debaixo de um foco de luz branco (ver figura 17).



Figura 16 - Análise da cor da gema com o colorímetro.



Figura 17 - Análise da cor da gema com o leque colorímetro Roche.

Os ovos foram abertos numa plataforma perfeitamente plana em que foi observado a facilidade com que o albúmen se espalha por uma superfície lisa. Foram medidos o comprimento e largura do albúmen e também o diâmetro da gema, com o auxílio de uma régua graduada.

Após a abertura do ovo, foi observado a olho nú a existência ou não de manchas de sangue na gema e manchas de carne no albúmen.

Para o cálculo das unidades Haugh, foi medida a altura do albúmen espesso utilizando um medidor de unidades Haugh, com uma sensibilidade de 0,1 mm (ver figura 18). O ponto para a realização da medição situa-se a cerca de 1 cm de distância da gema. O valor marcado no medidor foi registado e foi aplicada a seguinte formula:

$$UH = 100 * \log (h - 1.7 * W^{0.37} + 7.57)$$

com **h** a corresponder à altura do albúmen espesso, em milímetros, e com **w** a corresponder ao valor do peso do ovo inteiro, em gramas.

Foi também medida e registada a altura da gema (ver figura 19).



Figura 18 - Medição da altura do albúmen espesso.



Figura 19 - Medição da altura da gema.

Na análise ao pH foi utilizado um potenciómetro onde se realizou a leitura do pH da gema, do albúmen espesso e do albúmen líquido e registada a temperatura à qual o pH foi medido.

Para a caracterização da viscosidade foi utilizado um reómetro Haake Mars III (ver figura 20). O comportamento do albúmen é de um fluido reofluidificante, ou seja, vai ficando cada vez mais líquido quanto maior a velocidade de deformação ($\dot{\gamma}$). A viscosidade é depois determinada e apresentada em pascal por segundo (Pa.s).

O albúmen espesso e o albúmen líquido, de cada ovo castanho e branco, foram separados com o auxílio de uma micropipeta, colocados em goblés de vidro e levados a um homogeneizador de pás a 250/260 rpm, durante 3 minutos, para uma leitura mais uniforme das amostras. Após terem sido homogeneizados, foram recolhidas amostras dos dois albúmens e colocadas no reómetro, em pratos paralelos serrados (PP35) com um intervalo constante (gap) de 1 mm de espaçamento entre estes (ver figura 21). As amostras foram cobertas com parafina líquida de modo a evitar perdas por desidratação. A avaliação das características reológicas dos albúmens foi realizada a 20°C, com uma pressão de 0 Pa, onde foi aplicada uma velocidade de deformação ($\dot{\gamma}$) de 0,05 s⁻¹ a 500 s⁻¹. Cada amostra de albúmen foi analisada em triplicado.

Os resultados apresentados do albúmen espesso e do albúmen líquido de cada tipo de ovo, resultam da seleção de uma réplica de cada amostra, na semana 0 e semana 6 do ensaio, do total de réplicas que foram analisadas. Verificou-se existir uma diversidade de valores entre as réplicas analisadas. Esta diversidade, tanto das réplicas do albúmen espesso como do

albúmen líquido, pode evidenciar a heterogeneidade associada a este produto. A seleção de uma única réplica teve como objetivo comparar os resultados obtidos dos albúmens entre os ovos brancos e ovos castanhos, através da escolha da melhor réplica das amostras testadas. A réplica escolhida para cada albúmen apresenta valores intermédios em relação aos valores do conjunto de réplicas que foram analisadas para cada albúmen.

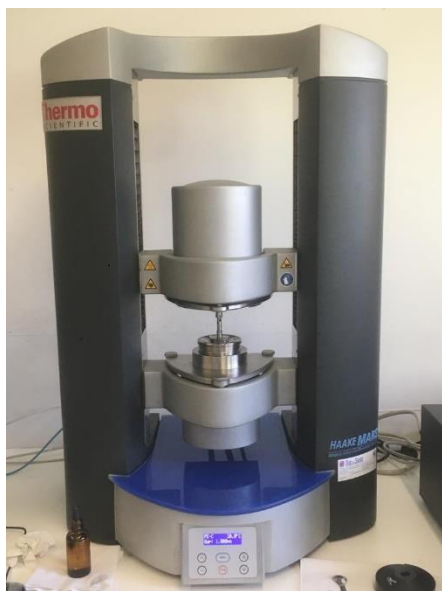


Figura 21 - Reómetro Haake Mars III.
Lisboa. Portugal



Figura 20 - Pratos paralelos serrados (PP35) com 1mm de espaçamento.

3.3. Análise das características químicas

Em relação às características químicas foram analisados os teores em proteína bruta presentes na gema, albúmen espesso e albúmen líquido e analisada a gordura bruta presente na gema. Também foi determinada a quantidade presente dos minerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cobre (Cu), magnésio (Mg), Zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e enxofre (S) na casca, albúmen e gema.

3.3.1. Proteína bruta

Para a determinação do teor em proteínas foram retiradas amostras de gema, albúmen espessa e albúmen líquida de 12 ovos castanhos e 12 ovos brancos. Foi utilizado o método de DUMAS para a determinação da quantidade de azoto (N) e posteriormente calculada a percentagem de proteína, respetiva a cada uma das amostras.

O método de DUMAS consiste na combustão da amostra onde todo o nitrogénio é transformado em gás nitrogénio que depois passa por uma substância capaz de absorver esse nitrogénio, geralmente cobre, e é convertido num composto mensurável, por exemplo, óxido de cobre. O teor em nitrogénio é calculado através da diferença do peso desse composto, antes e depois desse processo absorvente. Com o resultado obtido é então calculado o teor de proteína presente na amostra.

Os albúmens espesso, líquido e a gema, previamente congelados a -20 °C, foram descongelados à temperatura ambiente durante 2 horas, antes de serem submetidas à análise. Após o descongelamento procedeu-se à pesagem de amostras com 150 mg, com a utilização de uma balança analítica. Essas amostras foram envolvidas em papel de alumínio e introduzidas no DUMAS para serem analisadas.

3.3.2. Gordura bruta

Para a determinação da gordura foram retiradas amostras de gema de 24 ovos brancos e 24 ovos castanhos. O teor de gordura presente em cada amostra foi determinado através da sua extração por um solvente orgânico (éter de petróleo) num extrator de Soxhlet.

As amostras foram previamente congeladas a -20 °C e posteriormente liofilizadas durante 1 semana. Após a liofilização foram pesados 1 g de cada uma das amostras liofilizadas, utilizando uma balança analítica. Após a pesagem, as amostras foram colocadas em cadinhos com uma membrana filtrante, cobertas com algodão, que foram colocados posteriormente no suporte do extrator. A extração ocorreu durante 2 h e, no final do procedimento, a gordura ficou retida em copos de alumínio, previamente pesados. De seguida foram colocados num estufa a 60 °C, durante 24h. Após saírem da estufa, os copos de alumínio com a gordura ficaram num exsiccador para arrefecerem e foram posteriormente pesados. A quantidade de gordura bruta presente nas amostras foi calculada através da diferença entre o peso do copo com a gordura e do peso do copo vazio.

3.3.3. Minerais

Para a determinação dos minerais presentes na amostra foram recolhidas amostras de gema, albúmen e casca de 24 ovos brancos e 24 ovos castanhos. Foi utilizada a técnica de espectrometria de emissão por plasma (ICP-OES) para determinar as concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cobre (Cu), magnésio (Mg), Zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e enxofre (S), para cada uma das amostras.

O ICP-OES (Espectroscopia de Emissão Atômica por Plasma Acoplado Indutivamente) é um dos métodos mais utilizados para a determinação de elementos em diversos tipos de amostras. Esta técnica consiste utilização de um plasma, que atinge temperaturas acima dos 6000K, para promover a excitação dos átomos presentes nas amostras, para níveis de energia superiores. Quando esses átomos voltam ao estado fundamental emitem uma radiação com um determinado comprimento de onda, específico de cada elemento. Os resultados obtidos da leitura dessa radiação emitida é depois comparada com a radiação emitida por amostras padrão de cada elemento, sendo possível quantificar o teor desse elemento presente na amostra.

As amostras foram previamente congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, liofilizadas durante 1 semana e posteriormente armazenadas num exsiccador. Antes de entrarem no espectrómetro, as amostras sofreram uma digestão para que toda a matéria orgânica fosse eliminada. Foram pesados aproximadamente 0,3 g de cada amostra e colocadas em tubos de digestão. A cada um dos tubos foi adicionado 7 ml de HCL e 3 ml de HNO_3 (processo realizado numa hotte) e seguidamente foram colocados no digestor. Após serem retirados do digestor, o conteúdo presente nos tubos de digestão foi filtrado para balões de 25 ml, foi acertado o volume em falta com água desionizada e, de seguida, colocado em tubos de ICP. O espectrómetro foi calibrado com soluções padrão e foi criada uma curva de calibração para cada um dos elementos a analisar. Após a calibração do espectrómetro, os tubos de ICP com as amostras foram colocados no amostrador automático e foi programado o ICP para a leitura da radiação emitida por esses elementos. Os resultados obtidos foram então comparados com a radiação emitida por soluções padrão de cada elemento a analisar e foi calculado o teor de cada um desses elementos presentes nas amostras.



Figura 22 - ICP e amostrador automático

3.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada recorrendo ao programa estatístico SAS (SAS Institute, 2012), realizando-se uma análise de variância comparando as médias das características dos ovos segundo a estirpe das galinhas pelo teste de Duncan, pelos procedimentos General Linear Models do programa SAS. A frequência de ovos com manchas de sangue, de carne e presença de rachas foram analisados pelo teste do Qui-quadrado pelo programa SAS (SAS Institute, 2012). As diferenças entre médias foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

4. Resultados

4.1 Características físicas

Relativamente aos peso do ovo inteiro pode-se observar uma diferença significativa entre os dois tipos de ovos ($p < 0,05$) com um peso médio de 59,07g nos ovos castanhos e um peso médio de 53,35g nos ovos brancos. Através da relação entre peso do ovo inteiro e o peso individual da gema, albúmen e casca foram calculadas as respetivas percentagens médias

(tabela 3). Podemos concluir que a percentagem de casca foi significativamente superior nos ovos brancos e que a percentagem de albúmen foi significativamente superior nos ovos castanhos ($p < 0,05$).

Tabela 3 - Peso médio do ovo inteiro e percentagem média relativa da gema, albúmen e casca.

Variáveis	C	B	EPM	P-value
Peso ovo	59,07	53,35	0,929	0,0002
% Gema	21,17	19,74	0,451	0,1140
% Albúmen	58,19	54,69	0,883	0,0432
% Casca	11,99	14,52	0,418	0,0004

C – Ovo castanho; B- Ovo branco; EPM – Erro padrão médio.

Em relação aos resultados obtidos das análises à cor da casca e gema (tabela 4), podemos observar, como previsto, diferenças significativas na cor da casca entre os dois tipos de ovos, no entanto, não foram observadas diferenças significativas na cor da gema ($p > 0,05$).

Tabela 4 - Valores médios da cor da casca e da cor da gema.

Variáveis	C	B	EPM	P-value
Casca - L	46,58	91,84	5,869	0,001
Casca - a	19,41	-0,30	2,555	0,001
Casca - b	18,63	2,54	2,085	0,001
Gema - L	41,73	44,20	0,389	0,1115
Gema - a	8,57	8,15	0,773	0,6161
Gema - b	21,20	21,12	0,396	0,9179
Gema roche	13,50	13,50	0,158	1,0000

C – Ovo castanho; B- Ovo branco; EPM – Erro padrão médio.

Após a medição da altura e diâmetro equatorial dos ovos, foi calculado o *Egg Shape Index* (ESI). Um ovo com uma forma normal tem um ESI entre 72% e 76%. O valor médio obtido para os ovos castanhos foi de 79,81% e para os ovos brancos foi de 76,94%. Ambos estão acima de 76% logo apresentam uma forma arredondada (tabela 5).

Através da medição da altura do albúmen espesso e do peso do ovo inteiro, foram calculadas as unidades Haugh. Os resultados obtidos demonstraram um valor médio de 99,39 para os ovos castanhos e de 103,57 para os ovos brancos (tabela 5).

Foram medidos a altura da gema, comprimento e largura do albúmen e diâmetro da gema, onde apenas foi observado diferenças significativas no diâmetro da gema ($p < 0,05$).

Relativamente ao tamanho da câmara de ar, os resultados obtidos demonstraram que existe uma diferença significativa entre os dois ovos ($p < 0,05$) com valores médios de 3,5mm para os ovos castanhos e de 2,38mm para os ovos brancos (ver tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios do ESI, unidades Haugh e câmara de ar.

Variáveis	C	B	EPM	P-value
ESI	79,81	76,94	0,817	0,0779
Unidades HAUGH	99,39	103,57	1,518	0,1767
Altura da gema (mm)	14,67	14,72	0,202	0,8929
Comprimento do albúmen (cm)	16,15	15,70	0,337	0,5047
Largura do albúmen (cm)	13,06	12,66	0,284	0,4892
Diâmetro da gema (cm)	3,97	3,65	0,028	0,0001
Câmara de ar (mm)	3,50	2,38	0,258	0,0230

C – Ovo castanho; B- Ovo branco; EPM – Erro padrão médio.

Foram observados os defeitos presentes em cada ovo. Primeiramente, foram contabilizados os ovos com rachas na casca e, posteriormente a existência de manchas de sangue na gema e de manchas de carne no albúmen. Foi então determinada a % de cada um dos defeitos presentes nos ovos castanhos e brancos (ver tabela 6). Podemos concluir que houveram diferenças significativas na % de manchas de sangue e de carne. Estes defeitos apenas foram encontradas nos ovos castanhos.

Tabela 6 - Percentagens de rachas na casca, manchas de sangue na gema e manchas de sangue no albúmen, nos ovos castanhos e brancos.

Defeitos	C	B	P-value
Rachas (%)	3,6	3,6	1,000
Manchas de sangue (%)	5,4	0	0,0118
Manchas de carne (%)	23,2	0	0,0001

C – Ovo castanho; B- Ovo branco.

Os valores de pH médios registados na gema foram de 6,12 para os ovos castanhos e de 6,19 para os ovos brancos e em relação ao valor médio obtido do pH do albúmen dos ovos castanhos e dos ovos brancos foi, respetivamente, de 8,59 e de 8,59 (ver tabela 7), não havendo diferenças significativas entre os ovos brancos e castanhos, com $p > 0,05$.

Tabela 7 - Valores médios do pH da gema e albúmen.

Variáveis	C	B	EPM	P-value
pH Gema	6,12	6,19	0,036	0,3673
pH Albúmen	8,59	8,59	0,056	0,9832

C – Ovo castanho; B- Ovo branco; EPM – Erro padrão médio.

No que diz respeito às características reológicas dos dois albúmens, observa-se que a viscosidade (Pa.s) diminuiu com o aumento da velocidade de deformação (s⁻¹), sendo estes dados indicativos de um fluido com comportamento reofluidificante. Relativamente à viscosidade do albúmen espesso podemos observar que foi mais elevada nos ovos brancos, na semana 0 do ensaio (figura 23) mas foi superior nos ovos castanhos, na semana 6 do ensaio (figura 24). No albúmen líquido, a viscosidade foi superior nos ovos castanhos na semana 0 do ensaio (figura 25) e na semana 6, a viscosidade foi semelhante nos dois tipos de ovos (figura 26).

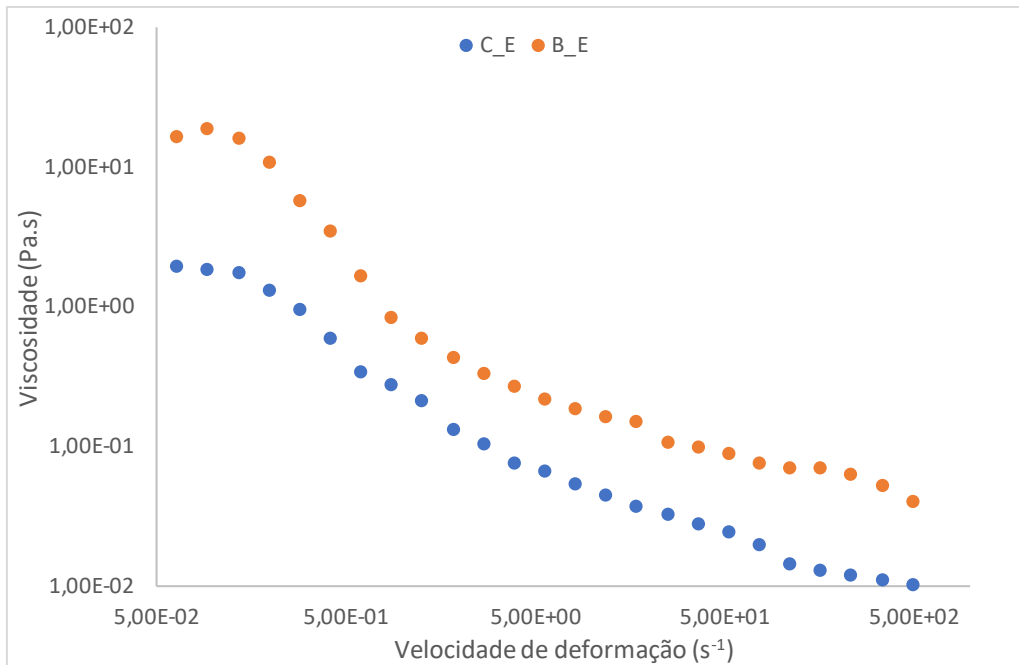


Figura 23 - Gráfico representativo dos resultados para a viscosidade do albúmen espesso da semana 0 do ensaio.

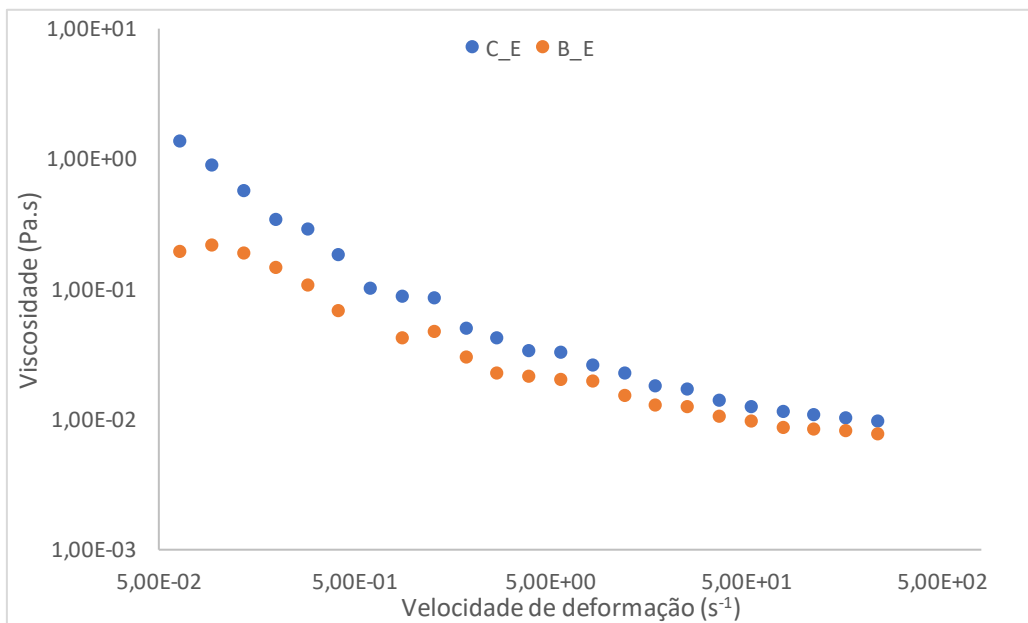


Figura 24 - Gráfico representativo dos resultados para a viscosidade do albúmen espesso da semana 6 do ensaio.

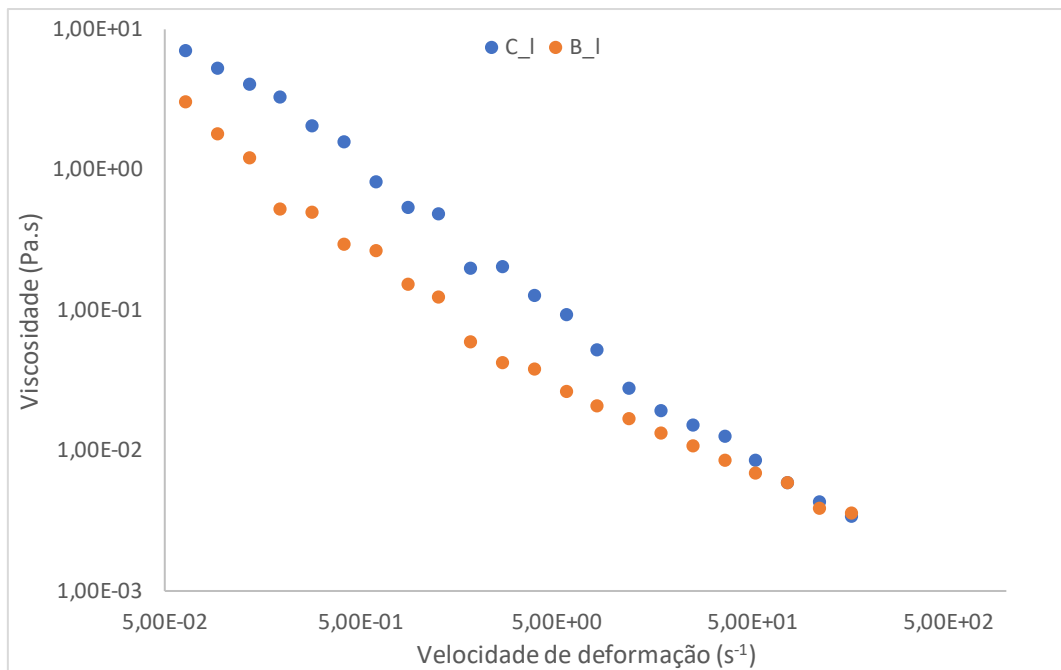


Figura 25 - Gráfico representativo dos resultados para a viscosidade do albúmen líquido da semana 0 do ensaio.

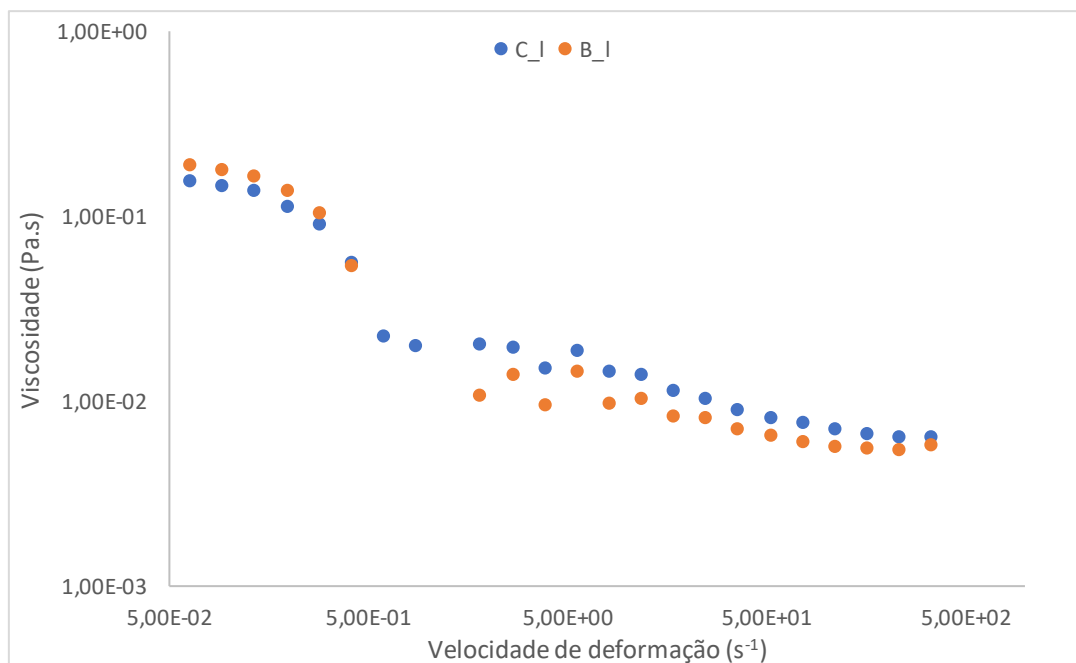


Figura 26 - Gráfico representativo dos resultados para a viscosidade do albúmen líquido da semana 6 do ensaio.

4.2 Parâmetros químicos

Em relação aos parâmetros químicos analisados, podemos observar na tabela 8 as percentagens médias de proteína bruta presentes no albúmen líquido, no albúmen espesso e na gema e as percentagens médias de gordura bruta presente na gema. Apenas foram observados valores significativamente superiores na percentagem de gordura na gema nos ovos castanhos, em comparação com ovos brancos ($p < 0,05$).

Tabela 8 - Percentagens médias do teor em proteína bruta e gordura bruta.

Variáveis	C	B	EPM	P-value
% Gordura	28,71	26,43	0,471	0,0099
% Proteína albúmen líquida	12,82	12,33	0,319	0,4800
% Proteína albúmen espessa	13,09	13,50	0,691	0,7898
% Proteína gema	15,93	16,39	0,213	0,3238

C – Ovo castanho; B- Ovo branco; EPM – Erro padrão médio.

Relativamente aos valores médios da quantidade de cada um dos minerais analisados foi observado um valor significativamente superior no teor de sódio, potássio e de enxofre, na casca dos ovos brancos ($p < 0,05$) e um valor significativamente superior na percentagem de fósforo, ferro e manganês, na casca nos ovos castanhos ($p < 0,05$). Foi observado também, nos ovos brancos, um valor superior de potássio no albúmen e um valor mais elevado de cálcio, magnésio e ferro presentes na gema ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Resultados do teor de minerais (mg/kg) presente na gema, albúmen e casca.

Minerais	Constituinte	C	B	EPM	P-Value
Sódio (Na)	Casca	1083,02	1202,53	25,041	0,0153
	Albúmen	14199,5	13604,7	153,138	0,0511
	Gema	1150,80	1169,20	26,997	0,7372
Potássio (K)	Casca	731,10	998,16	35,592	0,0001
	Albúmen	11696,3	12455,0	140,559	0,0056
	Gema	2990,27	2938,25	37,860	0,4980
Cálcio (Ca)	Casca	263855	278841	3937,25	0,0561
	Albúmen	1044,9	978,0	55,381	0,5516
	Gema	4193,6	4601,6	83,456	0,0129
Magnésio (Mg)	Casca	2675,05	2502,56	48,603	0,0757
	Albúmen	995,07	989,05	14,098	0,8335
	Gema	221,77	250,83	6,541	0,0246
Fósforo (P)	Casca	884,64	589,50	34,827	0,0001
	Albúmen	900,75	898,82	30,035	0,9748
	Gema	11262,4	10061,2	317,091	0,0573
Enxofre (S)	Casca	3742,9	4088,6	58,746	0,0023
	Albúmen	15979,3	16235,6	110,951	0,2523
	Gema	3599,6	3728,0	56,628	0,2612
Cobre (Cu)	Casca	10,3940	10,6101	0,110	0,3299
	Albúmen	3,9830	4,0810	0,075	0,5168
	Gema	6,3350	6,1785	0,102	0,4497
Zinco (Zn)	Casca	5,8551	6,5985	0,367	0,3167
	Albúmen	-0,940	-1,024	0,593	0,9443
	Gema	94,708	92,692	2,072	0,6319
Ferro (Fe)	Casca	26,191	20,721	0,783	0,0002
	Albúmen	16,879	18,224	0,698	0,3411
	Gema	132,943	147,363	3,433	0,0342
Manganês (Mn)	Casca	0,81149	0,69459	0,026	0,0221
	Albúmen	0,94914	0,81577	0,037	0,0688
	Gema	2,6492	2,7363	0,064	0,5048

4.3. Análise sensorial

Para a análise sensorial, foi realizado um teste triangular. Este é um dos métodos mais utilizados para detetar diferenças entre amostras de dois produtos.

Para este estudo foram realizadas duas provas sensoriais com 4 semanas de intervalo onde participaram, no total, 139 provadores, em que o produto dado a experimentar foi o ovo cozido. Os ovos foram cozidos na noite anterior à prova, a uma temperatura de 100 °C, durante 10 minutos. A cada provador foi fornecido 3 amostras codificadas de ovo cozido, 2 de ovo de casca castanha e 1 de casca branca, ou vice versa. Foi fornecido um formulário em que foi pedido a cada provador para que anotasse o código das amostras e que respondesse às seguintes questões: Qual das amostras é diferente das outras? A amostra escolhida é melhor ou pior que as outras duas?



Figura 27 - Amostras de ovo cozido e formulário fornecidos a cada provador.

Na primeira prova participaram 78 provadores dos quais 34 conseguiram acertar na amostra que era diferente. Desses 34 provadores, 18 preferiam as amostras de ovos brancos e 16 preferiram as amostras de ovos castanhos. Através da tabela de referência do teste triangular (figura 28), conclui-se que os provadores foram capazes de distinguir os dois tipos de ovos com uma certeza de 95% e preferiram os ovos brancos, também com uma certeza de 95%.

Na segunda prova, participaram 61 provadores dos quais 29 identificaram a mostra diferente das outras. Desses 29, 17 preferiram as amostras de ovos brancos enquanto que 12 preferiram os ovos castanhos. Observando a tabela de referência do teste triangular pode-se concluir que os provadores distinguiram os ovos brancos dos castanhos com 95% de certeza e que preferiam as amostras de ovo branco, com uma certeza de 99%.

Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of			Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of			Number of replies	Minimum number of correct replies for a significance level of		
	5 %	1 %	0,1 %		5 %	1 %	0,1 %		5 %	1 %	0,1 %
5	4	5	—	37	18	20	22	69	31	33	36
6	5	6	—	38	19	21	23	70	31	34	37
7	5	6	7	39	19	21	23	71	31	34	37
8	6	7	8	40	19	21	24	72	32	34	38
9	6	7	8	41	20	22	24	73	32	35	38
10	7	8	9	42	20	22	25	74	32	35	39
11	7	8	10	43	20	23	25	75	33	36	39
12	8	9	10	44	21	23	26	76	33	36	39
13	8	9	11	45	21	24	26	77	34	36	40
14	9	10	11	46	22	24	27	78	34	37	40
15	9	10	12	47	22	24	27	79	34	37	41
16	9	11	12	48	22	25	27	80	35	38	41
17	10	11	13	49	23	25	28	81	35	38	41
18	10	12	13	50	23	26	28	82	35	38	42
19	11	12	14	51	24	26	29	83	36	39	42
20	11	13	14	52	24	26	29	84	36	39	43
21	12	13	15	53	24	27	30	85	37	40	43
22	12	14	15	54	25	27	30	86	37	40	44
23	12	14	16	55	25	28	30	87	37	40	44
24	13	15	16	56	26	28	31	88	38	41	44
25	13	15	17	57	26	28	31	89	38	41	45
26	14	15	17	58	26	29	32	90	38	42	45
27	14	16	18	59	27	29	32	91	39	42	46
28	15	16	18	60	27	30	33	92	39	42	46
29	15	17	19	61	27	30	33	93	40	43	46
30	16	17	19	62	28	30	33	94	40	43	47
31	16	18	20	63	28	31	34	95	40	44	47
32	16	18	20	64	29	31	34	96	41	44	48
33	17	18	21	65	29	32	35	97	41	44	48
34	17	19	21	66	29	32	35	98	41	45	48
35	17	19	22	67	30	33	36	99	42	45	49
36	18	20	22	68	30	33	36	100	42	46	49

Figura 28 - Tabela de referência do teste triangular. Número mínimo de respostas corretas para estabelecer uma diferença significativa entre dois produtos, a 3 diferentes níveis de significância (5%, 1% e 0,1%). Fonte: ISO 4120 – 1983.

5. Discussão

O objetivo deste estudo é comparar algumas características físicas e químicas entre os ovos brancos e os ovos castanhos, que são de maior interesse para o consumidor.

Para as características físicas foram analisados os seguintes parâmetros: O peso do ovo inteiro e o peso relativo dos seus principais constituintes (gema, albúmen e casca), a cor da casca e da gema, a medição de unidades Haugh, o ESI, a altura da câmara de ar, a existência ou não de rachas na casca, a presença de manchas de sangue na gema ou de manchas de carne no albúmen, o diâmetro e altura da gema, o comprimento e largura do albúmen, o pH da gema e do albúmen e a viscosidade do albúmen espesso e líquido. Os parâmetros químicos analisados foram os teores em proteína bruta presentes na gema, albúmen espesso e albúmen líquido, o teor de gordura bruta presente na gema e a quantidade presente dos minerais cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cobre (Cu), magnésio (Mg), Zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn) e enxofre (S) na casca, albúmen e gema. Seguidamente, será realizada a discussão dos resultados relativos aos parâmetros acima mencionados.

Relativamente ao peso do ovo inteiro e dos seus constituintes, os resultados deste trabalho demonstraram que o peso médio dos ovos castanhos (59,07g) foi significativamente superior ao peso médio dos ovos brancos (53,35g), com $p < 0,05$. Tendo em conta que os ovos castanhos são provenientes de galinhas mais pesadas, estes resultados coincidem com os estudos realizados por diversos autores, onde provaram que existe uma correlação positiva entre o peso da galinha e o peso do ovo (Bell et al, 1981; Madrid et al, 1981; Harms et al, 1982; Singh and Nordskog, 1982; Ruiz et al, 1983; Summers and Leeson, 1983). Estes autores também afirmam que ovos mais pequenos têm uma percentagem inferior de albúmen e gema, o que justifica as diferenças observadas na percentagem de albúmen nos dois tipos de ovos, onde a percentagem de albúmen foi significativamente superior nos ovos castanhos ($p < 0,05$). Apesar de não se ter observado diferenças na percentagem de gema, um maior peso nos ovos castanhos pode ter sido o fator determinante para um maior diâmetro observado na gema destes ovos. A percentagem de casca foi significativamente superior nos ovos brancos ($p < 0,05$). Estes resultados vão de acordo com os resultados apresentados por Sinha, et al.,(2017) que demonstraram que quanto menor fosse o peso do ovo, mais elevada seria a percentagem de casca. Os resultados observados vão também de encontro com os dados zootécnicos previstos nos guias de manejo das estirpes Brown Nick e Dekalb White, fornecidos pelas empresas de seleção, onde se pode observar um valor superior no peso vivo e no peso do ovo das galinhas

Brown Nick comparadamente com as galinhas Dekalb White. O tamanho da câmara de ar do ovo também é um dos fatores importantes para avaliar a qualidade interna do ovo, sendo que, num ovo fresco, a câmara de ar deve ter menos de 6 mm. Esta foi significativamente superior nos ovos castanhos (3,5mm), o que também pode ser explicado pela superioridade no peso inteiro dos mesmos, ou pela estirpe das galinhas.

As manchas de carne são pedaços de tecidos dos compartimentos do sistema reprodutor, geralmente de cor castanha que podem ser encontradas no albúmen espesso ou nas calazas e variam em tamanho de 0,5 mm até 3 mm de diâmetro. Segundo Jeffrey e Graham (2007) a incidência de manchas de carne aumenta com o stress e a idade da ave. As manchas de sangue são provocadas pela rutura dos vasos sanguíneos no ovário durante a libertação do folículo sendo encontradas posteriormente na gema do ovo. A sua ocorrência geralmente é afetada por níveis reduzidos de vitaminas A e K na dieta, toxinas fúngicas, programas de luz, e idade do animal (Becker & Bearse, 1973). Neste estudo, os resultados obtidos demonstraram uma incidência significativamente superior destes defeitos nos ovos castanhos. Como os ovos castanhos e brancos são provenientes de galinhas com a mesma idade, podemos atribuir estas diferenças a fatores como a estirpe das galinhas ou o até mesmo a diferenças no manejo dos próprios animais.

Segundo Kemps et al. (2010), a viscosidade do albúmen é um parâmetro qualitativo importante para o setor avícola, pois tem efeito nas características funcionais do ovo, tais como na capacidade estabilizante, emulsionante e coagulante. A diminuição da viscosidade desencadeada, por exemplo, por um aumento do pH, afeta negativamente as suas características funcionais levando assim à diminuição da qualidade do ovo. Com o passar do tempo, o albúmen tem tendência a tornar-se mais líquido espalhando-se com mais facilidade (UFES, 2007). Durante o armazenamento do ovo, o pH do albúmen aumenta causado pela perda de CO₂ e de água para o exterior através dos poros presentes na casca. Esse aumento de pH está relacionado com uma deterioração da qualidade do mesmo (Li-Chan & Nakai, 1995). Através das figuras 23 e 24 podemos observar uma maior viscosidade no albúmen espesso dos ovos brancos, na semana 0 do ensaio, no entanto, na semana 6 do ensaio, a viscosidade foi superior nos ovos castanhos. Observando as figuras 25 e 26, podemos concluir que a viscosidade do albúmen líquido foi superior nos ovos castanhos na semana 0 do ensaio e, na semana 6, a viscosidade foi semelhante nos dois tipos de ovos. Segundo um estudo realizado por Rodrigues, A. (2017) com o objetivo de fazer a caracterização físico-química da casca dos ovos de galinha, foi observado que o facto de os ovos castanhos conterem um teor mais elevado de ferro na casca, faz com que a perda de humidade e de matéria orgânica seja menor neste tipo de ovos. Esta

conclusão pode ser um dos fatores que levou a que a perda de viscosidade tenha sido menor nos ovos castanhos comparadamente com os ovos brancos.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram um teor significativamente superior de gordura presente na gema dos ovos castanhos. Estes resultados são contraditórios com o estudo realizado por Jones et al. (2010) sobre a composição em ácidos gordos e colesterol presentes na gema dos ovos castanhos e ovos brancos, em que o autor verifica um teor de gordura superior na gema dos ovos brancos.

O ovo é naturalmente uma fonte excelente de minerais. No entanto, a proporção de cada elemento depende sobretudo do teor de minerais presentes na alimentação das galinhas. A idade e estirpe da galinha podem também influenciar a mobilização dos minerais para o ovo, por parte do animal, que por sua vez tem efeito nas concentrações de alguns elementos como o fósforo e o sódio (Stadelman, 2003). Perante os resultados obtidos neste estudo podemos verificar algumas diferenças significativas no teor de alguns elementos entre os ovos das diferentes estirpes. Foi observado um valor significativamente superior no teor de sódio, potássio e enxofre, na casca dos ovos brancos e um valor significativamente superior na percentagem de fósforo, ferro e manganês, na casca nos ovos castanhos ($p < 0,05$). Nos ovos brancos também se verificou um valor superior de potássio no albúmen e um valor mais elevado de cálcio, magnésio e ferro na gema ($p < 0,05$).

6. Conclusão

Com este estudo, podemos concluir que existe pouca variabilidade entre os ovos castanhos e os ovos brancos.

Dos parâmetros físicos e químicos analisados, é de destacar uma maior incidência de manchas de sangue e de carne nos ovos castanhos, que são defeitos de grande importância pois provocam uma reação bastante negativa por parte dos consumidores. Também se pode salientar o teor significativamente superior de gordura nos ovos castanhos, que pode afetar negativamente a decisão do consumidor, no ato da compra, pois atualmente há um aumento na procura de alimentos mais saudáveis e com teores de gorduras mais baixos.

Através da análise sensorial pode-se concluir que, em termos de sabor, houve uma preferência no consumo de ovos brancos.

Tendo em conta as diferenças observadas, podemos concluir que os ovos brancos podem ser uma boa aposta para o setor avícola porque, efetivamente, acabam por ser ovos mais sustentáveis e baratos de se produzir, devido às características zootécnicas favoráveis à produção, das galinhas da estirpe Dekalb White.

7. Bibliografia

- Becker, W. A., and Bearnse, G. E. (1973). *Selection for high and low percentages of chicken eggs with blood spots. British Poultry Science, 14*(1), 31-47.
- Belitz, H. D., Grosch, W., and Schieberle, P. (2009). *Eggs. Food chemistry*, 546-562.
- Bell, D. D., D. R. Kunej, and L. A. Yates (1981). *The relationship of layer performance to immature body weights. Poultry Sci.* 60:1622.
- Benites, C.I., Furtado, P.B.S. and Seibel, N.F. (2005). Características e aspectos nutricionais do ovo. In L.A. Souza-Soares and F. Siewerdt (Eds.), *Aves e ovos*. (pp. 57-64). Pelotas, Brasil: UFPEL.
- Daubert, C., and Foegding, E. (1998). *Rheological Principles for Food Analysis*. In: S. Nielsen (Ed.), *Food Analysis* (2ª ed., p. 553-560). Gaithersburg, EUA: *An Aspen Publication*.
- De Figueiredo, E. M., and Pinto, R. (2021). *Fisiologia da formação do ovo: um referencial teórico*.
- 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.
- Filho, J.A.D.B. (2004). Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de figura. Dissertação de Mestrado em Física do Ambiente Agrícola. Brasil: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Harms, R. H., P. T. Costa, and R. D. Miles (1982). *Daily feed intake and performance of laying hens grouped according to their body weight. Poultry Sci.* 61:1021-1024.
- H&N International (2020). *Brown Nick New Management Guide* [PDF document]. Disponível em: < <https://hn-int.com/wp-content/uploads/2020/10/brown-nick.pdf> > Acesso em: 04, 10, 2023.
- Hendrix-ISA (n.d.). *Dekalb White CS management guide* (North American Version L2221-1) [PDF document No. 274]. Disponível em: < https://www.hendrix-isa.com/documents/274/Dekalb_White_CS_management_guide__North_American_Version_L2221-1_0Dlq0zG.pdf > Acesso em: 04, 10, 2023.

- Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., and Ratti, S. (2008). *A market study on the quality characteristics. Food Chemistry*, 106, 1031-1038.
- Jeffrey, A.C. and Graham, C.W. (2007). *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*. 5M Publishing.
- Jones, D. R. (2010). *Physical quality and composition of retail shell eggs. Poultry Science*, v. 89, n. 3, p. 582-587.
- Kemps, B., Bamelis, F., Mertens, K., Decuyper, E., De Baerdemaeker, J., and De Ketelaere, B. (2010). *The assessment of viscosity measurements on the albumen of consumption eggs as an indicator of freshness. Poultry Science*, 89, 2699-2703.
- Kovacs-Nolan, J.; Phillips, M.; Mine, Y. (2005). *Advances in the value of eggs and egg components for human health. J. Agric. Food Chem.*v.53, p.8421-8431.
- Lawal, R. A., and Hanotte, O. (2021). *Domestic chicken diversity: Origin, distribution, and adaptation. Animal Genetics*, 52(4), 385-394.
- Li-Chan, E. and Nakai, S. (1995) *Biochemical basis for the properties of egg white. Poultry and Avian Biology Reviews*, 2, 21-58.
- Liu, H. C., and W. T. K. Cheng (2010). *Eggshell pigmentation. J. Chin. Soc. Anim. Sci.* 39:75–89.
- Madrid, A., P. M. Maiorino, and B. L. Reid (1981). *Effect of body weight on feed intake and performance of laying hens. Poultry Sci.* 60:1689.
- Mazzuco, H. (2008). Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. *Revista Avicultura Industrial*, 2, 12-16.
- Mozafar, F. (2018). *White or brown, that is the question*. Poultry news by Lohmann. <https://lohmann-breeders.com/white-or-brown-that-is-the-question/>.
- 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.
- Pintado, D. C. (2012). *La vida productiva de la galinha, hoy e en el futuro.*, Alemania: s.n.

- Pedrosa, T. M. D. S. (2022). Poedeiras comerciais em fase de postura: Comparação de três sistemas de alojamento. *PhD Thesis*.
- Punnett, R. C., and P. G. Bailey (1920). *Genetic studies in poultry. II Inheritance of egg colour and broodiness*. *J. Genet.* 10:277–292.
- Preisinger, R. (2017). *British Poultry Science. Innovative layer genetics to handle global*, 14 December, p. 7.
- 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.
- RODRIGUES, A. S., and ÁVILA, S. G. D. (2017). Caracterização físico-química da casca de ovo de galinha e utilização como fonte para produção compostos de cálcio. *Revista virtual de química*, 9(2), 596-607.
- Ruiz, N., R. D. Miles, H. R. Wilson, and R. H. Harms (1983). *Choline supplementation in the diets of aged White Leghorn hens grouped according to body weight*. *Poultry Sci.* 62:1028-1032.
- Schwartz, S., W. A. Raux, B. A. Schacter, B. D. Stephenson, and R. N. Shoffner (1980). *Loss of hereditary uterine protoporphyria through chromosomal rearrangement in mutant Rhode Island Red hens*. *Int. J. Biochem.* 12:935–940.
- Severa, L., Nedomová, Š., and Buchara, J. (2009). *Influence of storing time and temperature on the viscosity of an egg yolk*. *Journal of Food Engineering*, 96, 266-269.
- Silva, J.H.V., Albino, L.F.T. and Godói, M.J.S (2000). Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1435-1439.
- Singh, H., and A. W. Nordskog (1982). *Significance of body weight as a performance parameter*. *Poultry Sci.* 61:1933-1938.
- Sinha, B., Mandal, K.G. and Kumari, R. (2017). *Effect of Egg Weight on Egg Quality traits of Laying Hens*. *International Journal of pure and applied bioscience*. 5(3): 293-300.
- Solomon, S.E. (Ed.) (1991). *Egg and eggshell quality*. Aylesbury, Inglaterra: Wolfe Publishing.

- Solomon, S. E. (1987). *Eggshell pigmentation. Pages 147–157 in Egg quality: current problems and recent advances*, R. G. Wells, and C. G. Belyavin ed. Butterworths, London, U.K.
- Stadelman, W.J. (2003). *Eggs/Structure and Composition. Encyclopedia of Food Science and Nutrition*.
- Summers, J. D., and S. Leeson (1983). *Factors influencing early egg size. Poultry Sci.* 62:1155 — 1159.
- Trindade, J. L., Nascimento, J. W. and Furtado, D. A. (2007). Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano.. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, pp. 652-657.
- UFES, U. F. d. E. S. (2007). Características dos Ovos. Características dos Ovos , 20 Agosto.
- USDA (2012). *Dairy and eggs products*. Em D. d. Unidos, *National Nutrient Database for standard Reference, Release 25*.
- Van Brummelen, R., and S. Bissbort (1993). *Chicken eggshell porphyrins and the glyoxalase pathway: Its possible physiological role. Comp. Biochem. Physiol. B* 104:657–662.