ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA AGRO PECUÁRIA

Manuel Bragança Ribeiro

Acompanhamento de poedeiras comerciais em fase final de postura: Avaliação da qualidade do ovo.

VERSÃO FINAL

Orientadora: M. Antónia Conceição

Coimbra, 2022

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA AGRO PECUÁRIA

Manuel Bragança Ribeiro

Acompanhamento de poedeiras comerciais em fase final de postura: Avaliação da qualidade do ovo

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em ENGENHARIA AGRO-PECUÁRIA

Orientador: M. Antónia Conceição

Coimbra, 2022

Agradecimentos

Agradeço à C.A.C (Companhia Avícola do Centro, S.A) pela oportunidade de realizar este estágio, a toda a sua equipa de produção e de laboratório, por toda a ajuda durante este período.

À Engenheira Susana Cabral por permitir a execução deste estágio, pelo conhecimento transmitido, e a todo o auxílio oferecido durante a realização deste estudo.

Ao Doutor Tiago André, por todas as viagens às várias explorações, e por todo o conhecimento que me transmitiu.

Agradeço em especial a minha professora e orientadora interna, a Doutora Maria Antónia, por toda ajuda na elaboração deste trabalho, por todo o ensinamento e conhecimento que me transmitiu, pela orientação exímia e por toda a paciência.

Agradeço ao meu professor de mestrado, o Doutor Roberto Costa, por todo o acompanhamento durante esta etapa, pelo aconselhamento, apoio e conhecimento que me deu.

Aos meus amigos, por todo o apoio, às noites de escrita e de boa companhia.

Agradeço também em especial aos meus tios, por toda a ajuda e apoio que me têm dado ao longo desta etapa.

Por fim, agradeço aos meus pais, por estarem sempre presentes, por me ajudarem a concretizar os meus objetivos e por toda a motivação. Sem eles nada disto era possível.

Resumo

O presente estudo teve como objetivo a avaliação da influência da idade de poedeiras comerciais em final de postura (>70 semanas), sobre parâmetros de produção (postura e mortalidade) e a qualidade do ovo. Foram selecionados 4 pavilhões/bandos (ALI, AVI, CAD, GSS) integrados na C.A.C. (Companhia Avícola do Centro, S.A) em sistema de solo, com a mesma estirpe comercial (*ISA Brown*) e com a mesma idade. A avaliação dos parâmetros produtivos foi feita quinzenalmente, nomeadamente às 76, 78, 80, 82 e 84 semanas de idade e a avaliação da qualidade do ovo foi efetuada às 76, 80 e 84 semanas.

Verificou-se diferenças muito significativas (p<0,001) para os parâmetros produtivos e de qualidade entre os 4 bandos. O bando ALI obteve a maior postura (88,55 % ± 3,37), enquanto o bando AVI registou a menor (79,76 % ± 6,19), comparativamente aos restantes. Em termos de mortalidade, verificou-se que o maior número médio de aves mortas pertenceu, respetivamente, aos bandos AVI (19,31 ± 10,24) e GSS (17,46 ± 12,07). Ao longo do período de estudo, foi possível verificar que existiu uma correlação muito significativa entre a idade dos bandos e a taxa de postura (%) (p<0,001), verificando-se uma diminuição desta com o avanço da idade, enquanto a mortalidade (%) aumentou. Relativamente à qualidade do ovo, verificou-se que as unidades Haugh do bando GSS, foram as mais baixas (65,18 ± 13,25). Os bandos AVI e GSS, também obtiverem menor índice de gema, respetivamente, 0,442 ± 0,06 e 0,509 ± 0,19. Relativamente à cor da gema, os bandos AVI e CAD, demonstraram valores superiores aos restantes bandos (13,28 e 13,23 respetivamente).

Houve um aumento significativo do peso do ovo (p<0,05), índice de gema (p<0,05) e pigmentação da gema (p<0,001). Observou-se uma diminuição da qualidade casca do ovo, traduzida pela diminuição da sua espessura (p<0,001) e resistência (p<0,05), com o avanço da idade das poedeiras. Apesar de tudo, os valores registados encontravam-se dentro de intervalos aceitáveis.

Este estudo permitiu ainda, um contacto com a fileira da produção de ovos nos seus aspetos técnicos, de maneio e de qualidade do produto final.

Palavras-chave: Poedeiras comerciais, idade, final de postura, parâmetros de produção, qualidade do ovo.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the influence of layer age, at end of lay (>70 weeks), on production parameters and egg quality. Four barn flocks (ALI, AVI, CAD, GSS), integrated at C.A.C (Companhia Avícola do Centro, S.A), with the same age and of the same commercial strain (*ISA Brown*), were selected. The evaluation of the production parameters was done fortnightly, namely at 76, 78, 80, 82, and 84 weeks of age, and the evaluation of egg quality was done at 76, 80, and 84 weeks.

There were very significant differences ($p<0.001$) for the productive and quality parameters between the 4 flocks. The ALI flock obtained the highest rate of lay (88.55 % ± 3.37), while the AVI flock recorded the lowest (79.76 % ± 6.19), compared to the others. In terms of mortality, it was found that the highest average number of dead birds were recorded in the AVI (19.31 ± 10.24) and GSS (17.46 ± 12.07) flocks, respectively. Throughout the study period, it was possible to verify that there was a very significant correlation between flock age and rate of lay (%) ($p<0.001$), the latter decreasing with age, while mortality (%) increased. Regarding egg quality, the Haugh units of the GSS flock were the lowest (65.18 ± 13.25). The AVI and GSS flocks, also obtained lower yolk index, 0.442 (± 0.06) and 0.509 (± 0.19), respectively. Regarding yolk color, the AVI and CAD flocks showed higher values than the other flocks (13.28 and 13.23 respectively).

There was a significant increase in egg weight ($p<0.05$), yolk index ($p<0.05$) and yolk pigmentation ($p<0.001$). A decrease in eggshell quality, translated by a decrease in thickness ($p<0.001$) and resistance ($p<0.05$), was observed with the increase of layer age. Nevertheless, the values recorded were within acceptable ranges.

This study also allowed a contact with the egg production chain in its technical aspects, management and quality of the final product.

***Key words*:** Commercial layers, age, end of lay, production parameters, egg quality.

Índice

AGRADECIMENTOS ..... **I**

RESUMO ..... **II**

ABSTRACT ..... **III**

LISTA DE FIGURAS ..... **VI**

LISTA DE TABELAS ..... **VIII**

1. INTRODUÇÃO **1**

1.1. Objetivos de Estágio **2**

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **3**

2.1. Mercado Atual: Estatísticas de Produção e Consumos de Ovos **3**
2.1.1. A Nível Global 3
2.1.2. Na União Europeia 6
2.1.3. A Nível Nacional 8

2.2. Postura Comercial **9**
2.2.1. Caraterização da poedeira 9
2.2.2. Seleção e melhoramento de estirpes comerciais 10
2.2.3. Estirpes Comerciais 11
2.2.4. Sistemas de Alojamento/Produção 13
2.2.4.1. Gaiolas Enriquecidas 14
2.2.4.2. Sistemas Alternativos 16
2.2.4.3. Produção em modo biológico 19

2.3. Ciclo de Produção **20**
2.3.1. Maneio geral e fatores de produção 20
2.3.1.1. Alimentação 20
2.3.1.2. Programa de luz 21
2.3.1.3. Temperatura ambiente 22
2.3.1.5. Biossegurança 23
2.3.2. Caraterização da fase de crescimento 23
2.3.3. Inicio e pico de postura 24
2.3.4. Final de Postura 24
2.3.5. Parâmetros de avaliação produtiva 25
2.3.5.1. Controle de peso e uniformidade do bando 25
2.3.5.2. Taxa de mortalidade 25
2.3.5.3. Taxa de postura 25
2.3.5.4. Índice de conversão alimentar (IC) 26
2.3.6. Fatores que influenciam a produção de ovos 26

2.4. O Ovo **27**
2.4.1. Formação e estrutura do ovo 27
2.4.2. Principais constituintes do ovo 29
2.4.3. Importância do ovo na alimentação humana 31

2.5. Qualidade do ovo **33**
2.5.1. Classificação dos Ovos 33
2.5.2. Parâmetros de avaliação da qualidade externa 35
2.5.2.1. Peso do ovo 35
2.5.2.2. Resistência e espessura da casca 35
2.5.3. Parâmetros de avaliação da qualidade interna 36

2.5.3.1. Tamanho da câmara de ar....36
2.5.3.2. Presença de manchas de carne e sangue....36
2.5.3.3. Unidades Haugh....37
2.5.3.4. Índice de gema....37
2.5.3.5. Pigmentação da gema....38
2.5.4. Identificação e validade do ovo....39

2.6. Fatores que afetam a qualidade do ovo....40
2.6.1. Nutrição....40
2.6.2. Estirpe da poedeira....42
2.6.3. Idade da poedeira....42
2.6.4. Sistema de Alojamento....43
2.6.5. Período de armazenamento e temperatura....43
2.6.6. Doenças....45
2.6.7. Stress....46

3. MATERIAIS E MÉTODOS 47

3.1. Local de Estágio....47

3.2. Condições de Campo....47

3.3. Amostragem....48
3.3.1. Parâmetros produtivos avaliados....49
3.3.1.1. Taxa de Postura (%)....49
3.3.1.2. Mortalidade Acumulada (%)....50
3.3.2. Parâmetros de qualidade do ovo....50
3.3.2.1. Determinação do peso do ovo....51
3.3.2.2. Determinação da resistência da casca....52
3.3.2.3. Determinação das unidades Haugh....52
3.3.2.4. Determinação do índice de gema....53
3.3.2.5. Determinação da pigmentação da gema....54
3.3.2.6. Determinação da espessura da casca....54
3.3.3. Análise estatística....55

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 56

4.1. Diferenças acumuladas para cada bando para os parâmetros analisados, no período de estudo....56

4.2. Evolução dos parâmetros produtivos e de qualidade do ovo na fase final de postura 60
4.2.1. Parâmetros produtivos....60
4.2.1.1. Taxa de Postura (%)....60
4.2.1.2. Mortalidade Acumulada (%)....62
4.2.2. Parâmetros de qualidade....63
4.2.2.1. Peso do ovo....63
4.2.2.2. Espessura e resistência da casca....64
4.2.2.3. Unidades Haugh....66
4.2.2.4. Índice de gema....67
4.2.2.5. Pigmentação da gema....69
4.2.3. Variação entre os parâmetros de produção e qualidade....70

5. CONCLUSÃO.... 73

6. BIBLIOGRAFIA 75

Lista de Figuras

Figura 1: Distribuição do efetivo mundial de galinhas poedeiras por país (Adaptado de: FAOSTAT, 2022) 3

Figura 2: Produção mundial de ovos no mundo entre 1990 e 2020 (Shahbenda, 2022) 4

Figura 3: Principais países produtores de ovos no ano de 2020 (Adaptado de: FAOSTAT, 2022) 5

Figura 4: Países com maior consumo de número ovos per capita entre 2016 e 2020 (Adaptado de: Horne, 2021) 5

Figura 5: Maiores produtores de ovos na UE em 2020 (European Commission, 2022) 6

Figura 6: Distribuição do efetivo de galinhas poedeiras na EU por tipo de alojamento (European Commission, 2022) 7

Figura 7: Produção de ovos por tipo de alojamento nos países da EU (European Commission, 2022) 8

Figura 8: Produção de ovos anual a nível nacional entre 2009 e 2021 (Adaptado de: INE, 2022) 9

Figura 9: Esquema de melhoramento das estirpes comerciais (Lohmann, Management Guide, 2021) 10

Figura 10: Comparação de parâmetros produtivos entre duas estirpes comerciais alojadas em sistemas alternativos (Adaptado de: ISA, 2022) 11

Figura 11: Consumo mundial por tipo de ovo de acordo com a cor da casca (Mozafar, 2018) 12

Figura 12: Sistema de alojamento em gaiolas enriquecidas (Big Dutchman, 2022) 14

Figura 13: Estrutura de gaiolas enriquecidas (Adapatado de: Hellman, 2018) 15

Figura 14: Sistema de produção em solo (Adaptado de: Big Dutchman, 2022) 17

Figura 15: Sistema de produção ao ar livre (Adaptado de: Big Dutchman, 2022) 18

Figura 16: Fatores que influenciam a produção de ovos (Adaptado de: Sáenz, 2022) 26

Figura 17: Trato reprodutivo da galinha (Adaptado de: Kaspers, 2016) 27

Figura 18: Estrutura e constituintes do ovo (Adaptado de: Crespo, 2022) 29

Figura 19: Miragem da câmara de ar (Adapatdo de: USDA, 2001) 36

Figura 20: DSM Yolkfan para avaliar a cor da gema (Nabel, 2022) 39

Figura 21: Código de identificação do ovo (DGAV, Ovos e Ovoprodutos, 2021) 39

Figura 22: Metodologia de amostragem (bandos e idade das galinhas) para avaliação da qualidade dos ovos 49

Figura 23: DET6500 (Digital Egg Tester) (Nabel, 2022) 50

Figura 24: Monitor do equipamento (Nabel, 2022) 51

Figura 25: Pesagem dos ovos (Fonte: Original do autor) 51

Figura 26: Medição da resistência da casca (Fonte: Original do autor) 52

Figura 27: Medição de unidades Haugh (Fonte: Original do autor) 53

Figura 28: Determinação da pigmentação da gema (Fonte: Original do autor) 54

Figura 29: Paquímetro digital (Nabel, 2022) 55

Figura 30: Evolução da taxa de postura (%) com a idade (semanas) das poedeiras 61

Figura 31: Evolução da mortalidade acumulada (%) com a idade (semanas) das poedeiras 62

Figura 32: Evolução do peso do ovo (g) com a idade (semanas) das poedeiras 64

Figura 33: Evolução da espessura da casca (mm) do ovo com a idade (semanas) das poedeiras 65

Figura 34: Evolução da resistência da casca (kgf) do ovo com a idade (semanas) das poedeiras 66

Figura 35: Evolução das unidades Haugh do ovo com a idade (semanas) das poedeiras 67

Figura 36: Evolução do índice de gema do ovo com a idade (semanas) das poedeiras 68

Figura 37: Evolução da pigmentação da gema do ovo com a idade (semanas) da poedeira 69

Lista de Tabelas

Tabela 1: Requisitos legais para sistemas em gaiolas convencionais e enriquecidas (Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril). 15

Tabela 2: Requisitos dos equipamentos em sistemas alternativos (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril) 16

Tabela 3: Requisitos para sistemas de produção ao ar livre (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril). .. 19

Tabela 4: Requisitos para produção em modo biológico (Regulamento (UE) 2018/848, 2018) 20

Tabela 5: Sistemas de ventilação para pavilhões de postura (Adaptado de: Lohmann, Managemente Guide, 2021). 22

Tabela 6: Composição nutricional do ovo (por 100 g de ovo) (Adaptado de: ANAPO, 2021). 32

Tabela 7: Requisitos qualitativos para ovos de categoria A (Adaptado de: Regulamento (CE) N.º 589/2008). 34

Tabela 8: Classificação do ovo em função do peso (Adaptado de: Regulamento (CE) N.º 589/2008). 35

Tabela 9: Classificação do ovo em função das unidades Haugh (Adaptado de: Nabel, 2022) 37

Tabela 10: Classificação do ovo em função do índice de gema (Adaptado de: Nabel, 2022) 38

Tabela 11: Doenças que afetam a qualidade da casca (Adaptado de: Roberts J. R., 2011) 45

Tabela 12: Condições de campo do estudo realizado 47

Tabela 13: Resultados ANOVA entre bandos/pavilhão para os parâmetros produtivos (para 95 % de intervalo de confiança) entre as 76 e 84 semanas 56

Tabela 14: Resultados ANOVA entre bandos/pavilhão para os parâmetros de qualidade (para 95 % de intervalo de confiança) entre as 76 e 84 semanas 58

Tabela 15: Resultados da correlação (Spearman) entre os parâmetros produtivos e a idade dos bandos (semanas) 60

Tabela 16: Resultados da correlação (Spearman) entre os parâmetros de qualidade do ovo e a idade do bando (semanas) 63

Tabela 17: Resultados da correlação (Pearson) entre os parâmetros de qualidade 71

1. Introdução

Em toda à parte do mundo, o setor avícola continua a expandir-se e a industrializar-se cada vez mais. Fatores como o aumento da população mundial, maior poder de compra e a urbanização, têm sido alguns dos principais promotores do desenvolvimento deste setor. Graças ao progresso, a nível de melhoramento genético, seleção e criação, cada grupo de aves está especializado para um propósito, com crescente produtividade, seja este para ovos ou carne. A carne e os ovos de aves, estão entre os alimentos de origem animal mais consumidos do mundo, tanto devido à sua contribuição para a nutrição humana, através do fornecimento de proteínas de alta qualidade e baixo conteúdo de gorduras, como também devido ao facto de serem produtos abundantes e de custo reduzido (FAO, 2022).

Em contribuição para a eficiência produtiva, redução de custos e impacto ambiental, os avanços na nutrição, profilaxia e no condicionamento ambiental, colaboraram igualmente com o melhoramento genético. Adicionalmente, para além dos avanços científicos e tecnológicos, houve também desenvolvimento e modificações importantes na área organizacional, nomeadamente no que toca à estrutura produtiva, como o investimento em explorações avícolas especializadas e de grande capacidade, à aposta na integração vertical e contratações de pequenos/médios avicultores com o intuito de providenciar, acesso a tecnologia avançada e investimentos iniciais relativamente baixos (Soares, 2019).

A abordagem a este relatório, concentra-se no setor de produção de ovos para consumo, na qualidade do ovo e neste caso, nas suas respetivas produtoras, as poedeiras comerciais. Neste segmento, importa salientar todo o ciclo produtivo da galinha poedeira comercial, o modo de produção, a eficiência alimentar, a postura e todos os fatores que contribuem para a qualidade externa e interna do ovo, realçando o efeito da idade da poedeira sobre a qualidade do mesmo, uma vez que este é o tema principal.

A produção comercial de ovos tem por base a utilização de estirpes de galinhas poedeiras selecionadas, com a finalidade de obter máxima eficácia na produção de ovos, maior peso do ovo, menor índice de conversão alimentar e menor peso vivo (Lalev, 2013). Atualmente o objetivo desta seleção consiste no extensão do ciclo produtivo da galinha poedeira, especificamente em bandos que se encontram em final de postura, mantendo a qualidade do ovo, com o intuito de melhorar a sua resistência e qualidade interna, de modo a que estes resistam à crescente mecanização das operações durante a colheita, classificação, acondicionamento, transporte e essencialmente de modo a que assegurem a qualidade até ao consumidor (Soares, 2019).

1.1. Objetivos de Estágio

Este estágio teve como finalidade a aquisição de conhecimentos práticos de bem-estar e maneio de galinhas poedeiras comerciais, com o objetivo de estudar e comprovar a influência da idade em poedeiras comerciais em final de postura alojadas em sistema de solo, sobre a qualidade do ovo. No decorrer do estágio, efetuou-se a avaliação dos parâmetros produtivos dos bandos selecionados, e em simultâneo, a colheita de ovos dos respetivos bandos para avaliação dos parâmetros qualitativos. A avaliação foi feita através do tratamento, análise e interpretação dos dados obtidos, de modo a apreciar a produtividade dos bandos.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Mercado Atual: Estatísticas de Produção e Consumos de Ovos

2.1.1. A Nível Global

Mundialmente, estima-se que o efetivo de galinhas poedeiras seja aproximadamente 8 mil milhões cabeças, no qual grande parte do efetivo de produção pertence à China, seguida pela União Europeia, Estados Unidos, India, Indonésia, Brasil e outros, respetivamente (Figura 1).

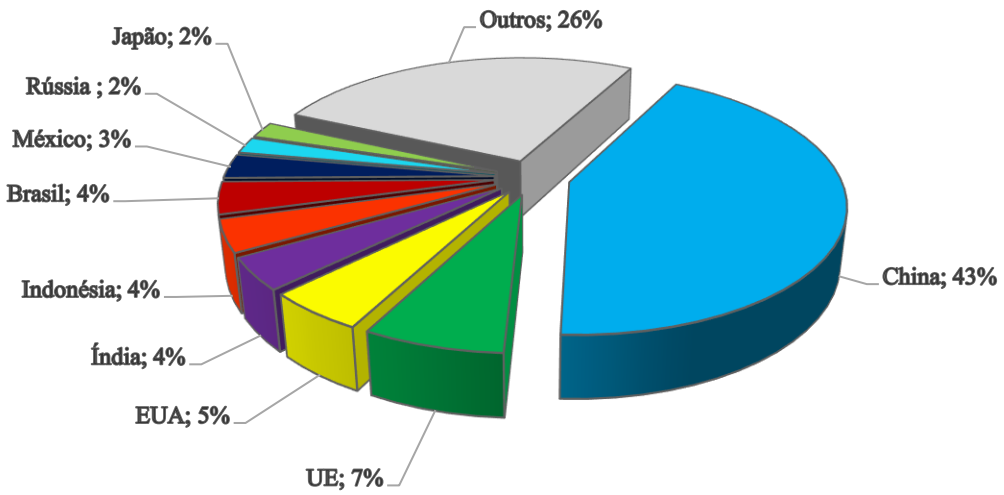

Figura 1: Distribuição do efetivo mundial de galinhas poedeiras por país (Adaptado de: FAOSTAT, 2022)

Ao longo dos últimos 30 anos, a produção mundial de ovos de consumo tem vindo a aumentar significativamente. De acordo com o Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (2020), no decorrer deste período, a produção de ovos aumentou mais de 150% no mundo e mais de 380% na Ásia (GPP, 2020).

Este incremento percentual tem sido evidente, podendo-se verificar na quantia de ovos produzida mundialmente entre 1990 e 2020 (Figura 2). De acordo com Shahbandeh (2022), numa publicação no site *Statista*, em 2020, o volume de produção de ovos no mundo excedeu a quantia de 86 milhões de toneladas, um valor, que corresponde a mais de 50 milhões de toneladas adicionais, comparativamente ao valor produzido em 1990 (Shahbenda, 2022).

De acordo com as projeções, estima-se que em 2030, a produção mundial atinja os 90 milhões de toneladas.

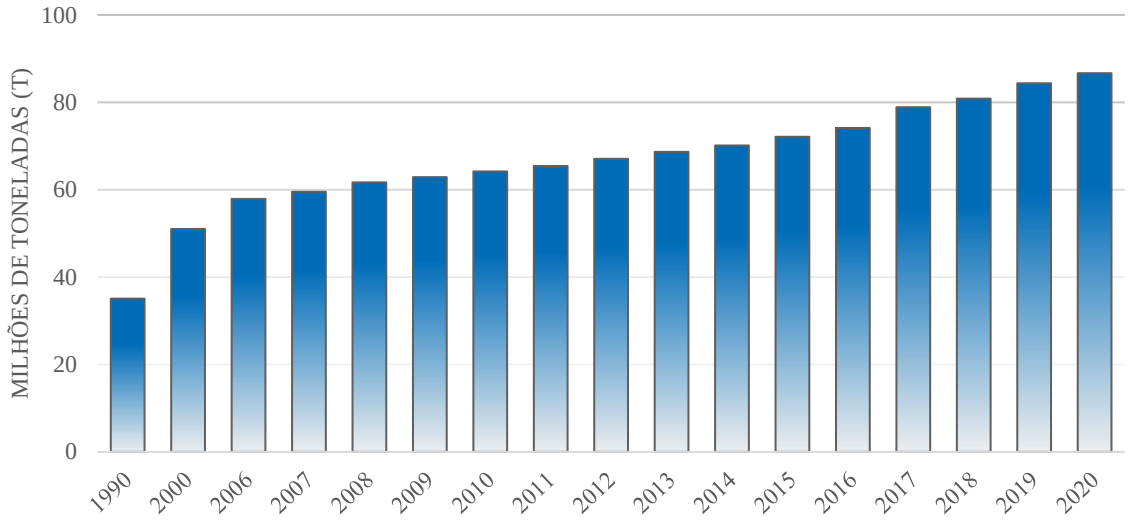

Figura 2: Produção mundial de ovos no mundo entre 1990 e 2020 (Shahbenda, 2022)

Em referência aos principais produtores mundiais, o maior contribuidor para estes valores e líder de mercado ao longo das últimas 3 décadas, tem sido a China, isto devido ao seu desenvolvimento económico, cadeias de fornecimento melhoradas e preços acessíveis (Mcdougal, 2020).

Em 2020, a China foi responsável pela a produção de 604 mil milhões de ovos, representando 37% da produção mundial, seguida pela Índia, Indonésia e Estados Unidos, todos estes com cerca de 7% da produção. Ao todo, os 10 produtores principais (Figura 3) representam 70% da produção mundial (FAOSTAT, 2022).

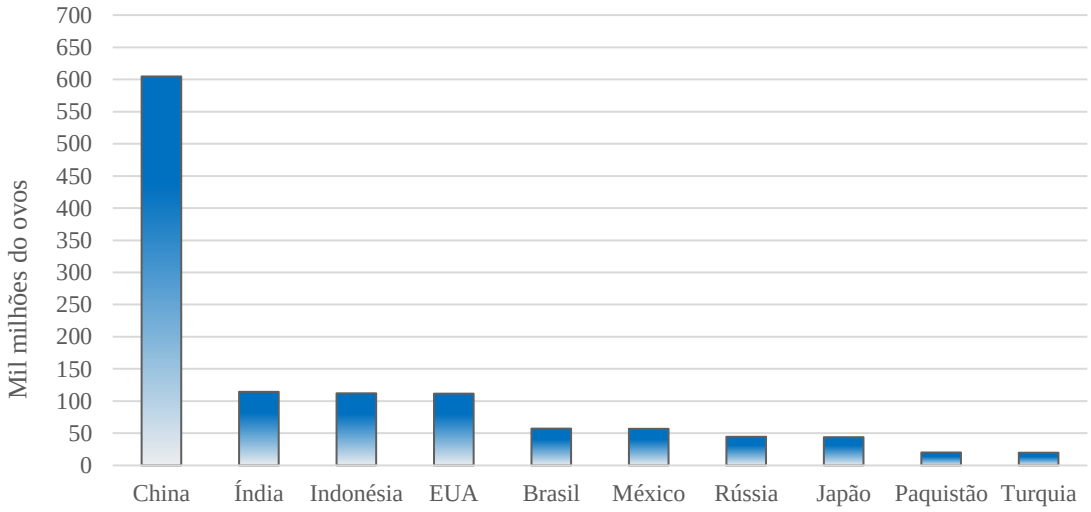

Figura 3: Principais países produtores de ovos no ano de 2020 (Adaptado de: FAOSTAT, 2022)

No que se refere ao consumo de ovos, em 2020, o México e o Japão foram os países com o maior consumo anual, com valores na ordem dos 379 e 340 ovos *per capita*, respetivamente (Figura 4). Outros grandes consumidores, são os Estados Unidos, China, Canadá e recentemente a Argentina, que entre 2016 e 2020 teve um acréscimo de 32 ovos *per capita* (Horne, 2021).

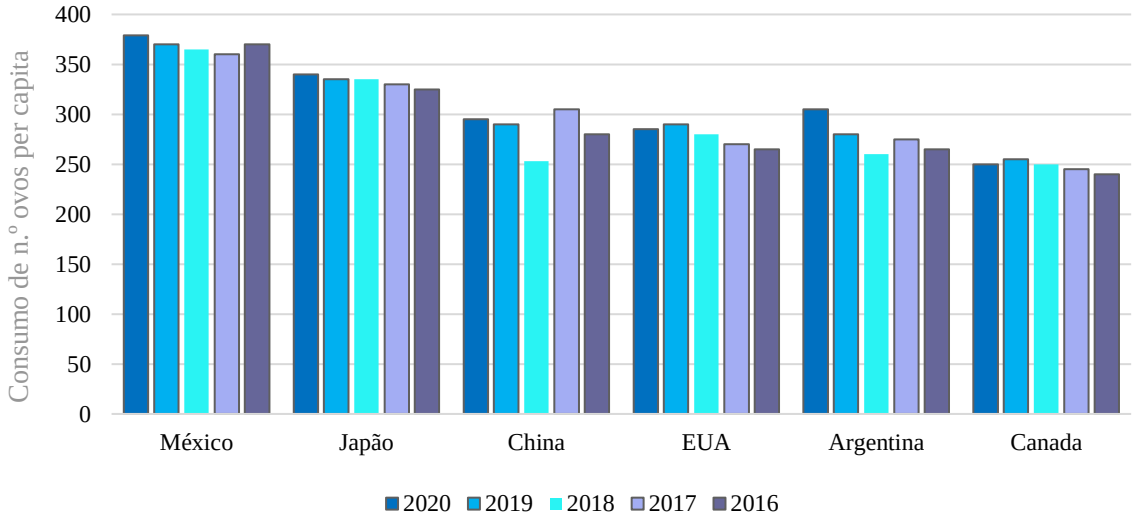

Figura 4: Países com maior consumo de número ovos per capita entre 2016 e 2020 (Adaptado de: Horne, 2021)

2.1.2. Na União Europeia

Segundo o European Parliamentary Research Service (2019), a União Europeia é o segundo maior produtor mundial de ovos depois da China, com um efetivo superior a 400 milhões de galinhas, a produzir cerca de 7 milhões de toneladas anualmente. Cerca de 75% da produção pertence a 6 estados membros, nomeadamente à Alemanha, França, Itália, Espanha, Holanda e a Polónia (Figura 5) (European Commission, 2022).

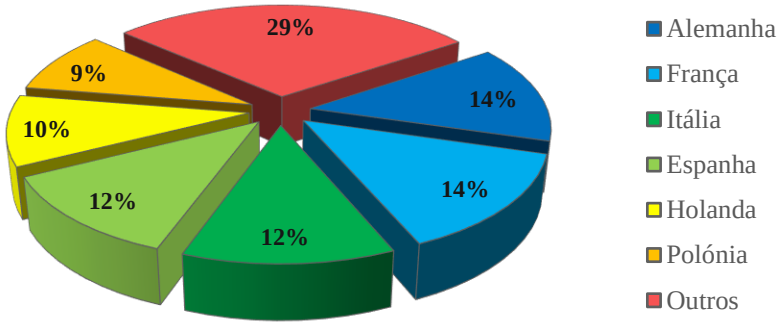

Figura 5: Maiores produtores de ovos na UE em 2020 (European Commission, 2022)

Durante a última década, a produção de ovos na União Europeia cresceu 5,8%, porém, a Comissão Europeia prevê que até 2030, este valor aumente para os 9%. Em anos recentes, o grau de autossuficiência tem variado entre os 102 e 104%, uma vez que a produção é superior ao consumo, permitindo a exportação. Em 2018, a União Europeia exportou 219 mil toneladas de ovos e subprodutos destes, tornando-se o segundo maior exportador do mundo. Em contraste, as importações destes produtos foram menores, totalizando 27 mil toneladas (Szollosi, 2020).

Contrariamente a outros países, a União Europeia, encontra-se ao abrigo da legislação da Diretiva 1999/74/CE do Conselho, que estabelece as normas mínimas relativas à proteção de galinhas poedeiras, a qual teve um grande impacto no setor de ovos da EU. De acordo com esta diretiva e regulamentos relacionados, à exceção de estabelecimentos com menos de 350 galinhas e estabelecimentos de galinhas poedeiras reprodutoras, todas as galinhas poedeiras pertencentes aos estados membros devem ser criadas em gaiolas enriquecidas em conformidade com as normas, ou em alojamentos sem gaiolas (*non-caged housing*), desde 2012. Os ovos

destinados para o mercado de consumo, também deverão ser provenientes destes sistemas de alojamento (Conselho da União Europeia, 1999).

Entre os vários sistemas de alojamento, os quais irão ser descritos mais à frente, as gaiolas enriquecidas são o sistema mais utilizado na EU (Figura 6), seguidas pelo alojamento em gaiolas com acesso ao solo, ar livre e biológico, respetivamente.

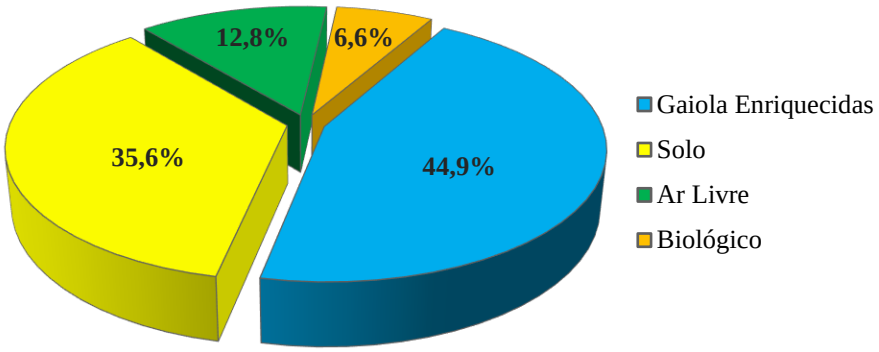

Figura 6: Distribuição do efetivo de galinhas poedeiras na EU por tipo de alojamento (European Commission, 2022)

No que diz respeito à produção de ovos em gaiolas enriquecidas, destaque para países como Malta, Estónia, Lituânia, Grécia, Polónia, Portugal, Eslováquia e Espanha (Figura *7*). Em alojamentos com acesso ao solo, a Suécia, Luxemburgo, Holanda, Eslovénia e Alemanha, representam a maior produção de ovos. Em alojamentos ao ar livre, a Irlanda e a Áustria, contabilizam as maiores produções, com 46% e 28%, respetivamente. Já em sistemas de produção biológica, destaque para a Dinamarca que acarreta 33% da produção (European Commission, 2022).

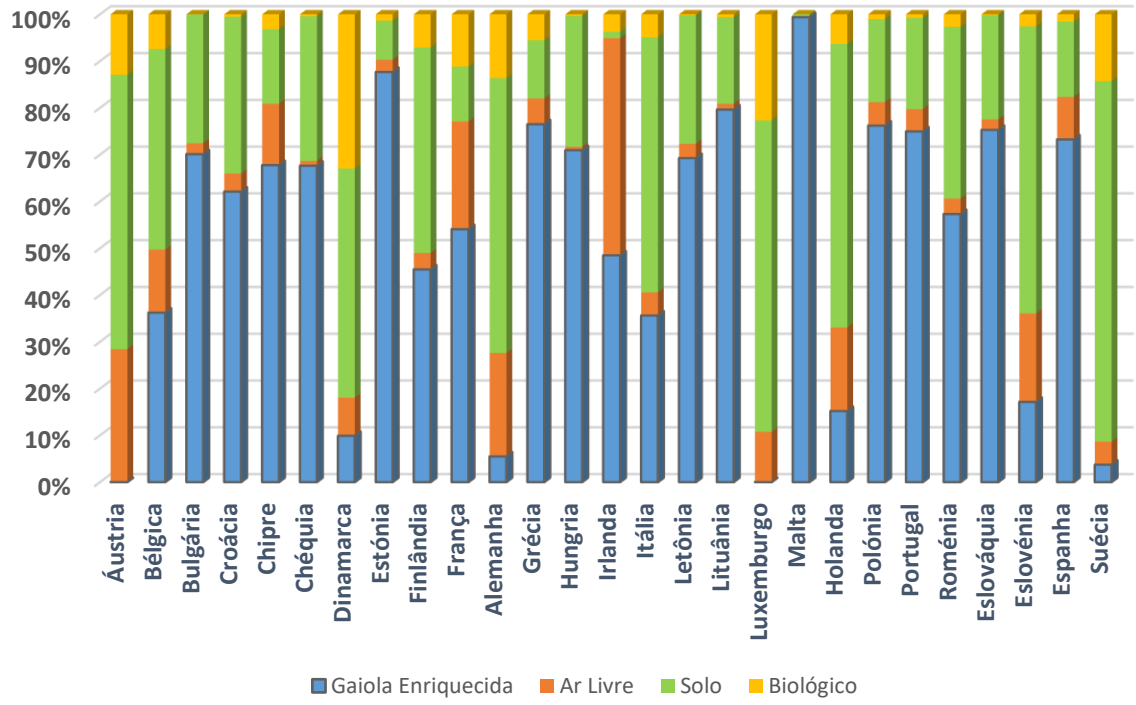

Figura 7: Produção de ovos por tipo de alojamento nos países da EU (European Commission, 2022)

2.1.3. A Nível Nacional

Em Portugal, a produção de ovos na última década observou um crescimento superior a 17,3%, passando dos 1,9 milhões de ovos por ano para 2,2 milhões. No setor de aves, 99% dos ovos produzidos são provenientes de galinhas, dos quais 85% destinam-se ao consumo e 15% para incubação. Portugal foi responsável por 0,13% da produção de ovos no mundo, em 2020 (AgroNews, 2022). Segundo o INE (2022), em 2021, mais de 140 mil toneladas de ovos foram produzidas a nível nacional, 20 mil toneladas adicionais, comparativamente a 2009 (Figura 8).

Este acréscimo na produção, surge devido ao aumento do efetivo de galinhas poedeiras ao longo dos últimos anos, porém, o número de explorações tem vindo a diminuir. Estima-se, que desde 1999, haja menos 48,515 (35%) explorações de galinhas poedeiras. Grande parte dos efetivos encontram-se nas regiões da Beira litoral (37%) e Ribatejo e Oeste (46%), com destaque para a região da Beira Interior, que tem vindo a crescer ultimamente (AgroNews, 2022).

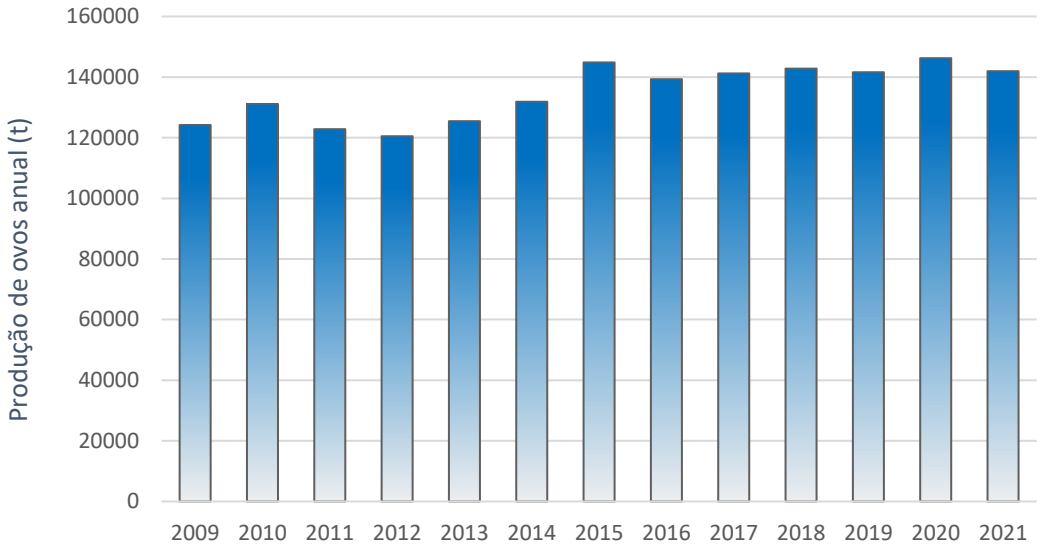

Figura 8: Produção de ovos anual a nível nacional entre 2009 e 2021 (Adaptado de: INE, 2022)

O setor dos ovos é um dos únicos setores da agricultura nacional que historicamente tem tido um grau de autoaprovisionamento acima dos 100%, tendo atingido 2021, um nível de 105,9%. Evidentemente, estes níveis correspondem a evolução deste setor, que por sua vez tem sido acompanhado por um aumento do consumo. Nos últimos 3 anos, o consumo de ovos anual per capita tem rondado os 11kg por habitante (INE, 2022).

2.2. Postura Comercial

2.2.1. Caraterização da poedeira

As galinhas poedeiras são aves da espécie *Gallus gallus* que tenham atingido a maturidade sexual e sido criadas para a produção de ovos não destinados a incubação (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril). As linhagens de poedeiras comerciais diferenciam-se das restantes pelo seu potencial produtivo, consumo de ração, ganho de peso, viabilidade e tipo de ovos. Durante o ciclo de produção, as poedeiras comerciais têm a capacidade de pôr um ovo por dia, sendo que num ano, por poedeira, são produzidos entre 350 a 400 ovos, dependendo da estirpe.

2.2.2. Seleção e melhoramento de estirpes comerciais

No que toca à seleção e ao melhoramento genético, existem 2 principais empresas, responsáveis pela reprodução de futuras estirpes comerciais. Estas são, nomeadamente o grupo *Erich Wesjohann*, que integra a *Lohmann Tierzucht*, *Hy-Line e Heisdorf and Nelson Farms Inc*. (H&N), e *a Hendrix Genetics*, que integra a *Hubbard-ISA*, *Shaver*, *Babcock*, *Hisex*, *Bovans* e *Dekalb*.

O melhoramento baseia-se na heterose, na qual são feitos cruzamentos triplos ou quadrupolos, sendo este último mais comum. Este processo, inicia-se pela seleção de linhas puras para cruzamento, dando origem a uma primeira geração de machos e fêmeas chamada *Grandparents* (GP), as quais, serão transferidas para empresas de multiplicação. Nas empresas de multiplicação, cruzam-se os *Grandparents*, produzindo ovos fertilizados que irão dar origem a híbridos de primeiro grau, chamados *parentstock*, os quais irão reproduzir-se, dando origem às estirpes comerciais (Thiruvenkadan, 2010).

Na Figura 9, pode-se observar um esquema de reprodução por cruzamento quadrupolo, utilizados para obter estirpes comerciais.

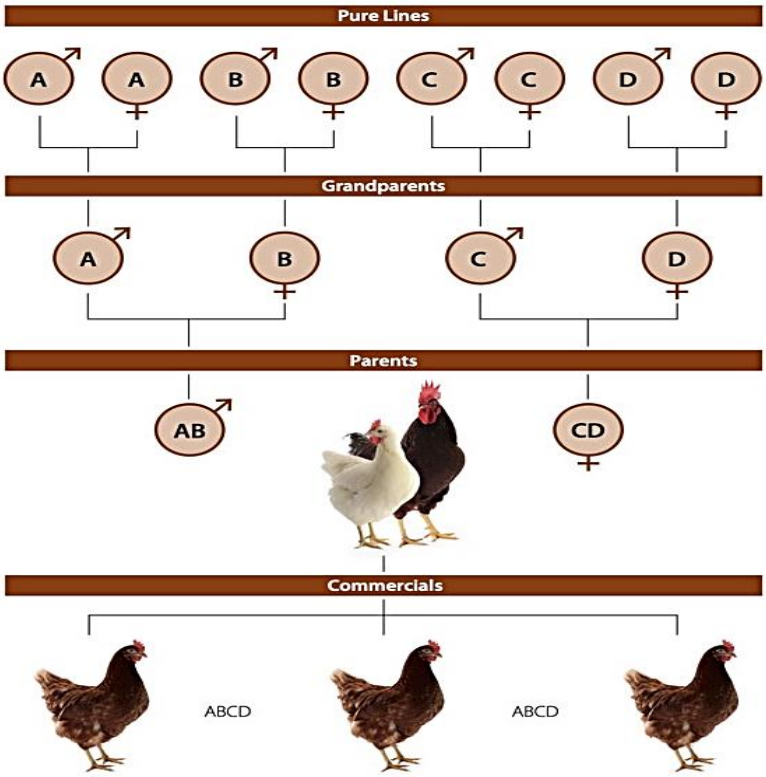

Figura 9: Esquema de melhoramento das estirpes comerciais (Lohmann, Management Guide, 2021)

O objetivo comum entre todas as empresas de reprodução de poedeiras comerciais é o de aumentar o potencial genético do seu *stock* de modo a produzir produtos de alta qualidade, com o mínimo custo possível, por cada tipo de sistema de produção. Cada uma destas empresas concentra-se em maximizar o número de ovos vendáveis por poedeira alojada, diminuir o custo da ração por ovo, otimizar a qualidade externa e interna dos ovos, diminuir a mortalidade e aumentar a capacidade de adaptação em ambientes diferentes (Thiruvenkadan, 2010). Para isto, os critérios de seleção de poedeiras são baseados na idade em que a poedeira atinge a maturidade sexual, na taxa de postura, viabilidade, temperamento, peso corporal, índice de conversão, peso do ovo, cor e resistência da casca e na capacidade de resistência a doenças (Preisinger, 2018), havendo hoje em dia progresso evidente no alongamento do tempo de vida útil.

2.2.3. Estirpes Comerciais

O conceito estirpe é um termo utilizado na indústria avícola, para denominar um animal descendente de toda esta seleção, durante várias gerações, a fim de obter um conjunto de caraterísticas uniformes. Existem inúmeras estirpes de poedeiras comerciais, porém, de acordo com a cor da casca do ovo, há dois grupos distintos de estirpes, as que produzem ovos de cor castanha e as que produzem ovos de cor branca, o que tem importância do ponto de vista comercial.

A Figura 10, ilustra a caraterização de duas estirpes comerciais, uma que produz ovos castanhos (ISA Brown) e outra que produz ovos brancos (ISA White).

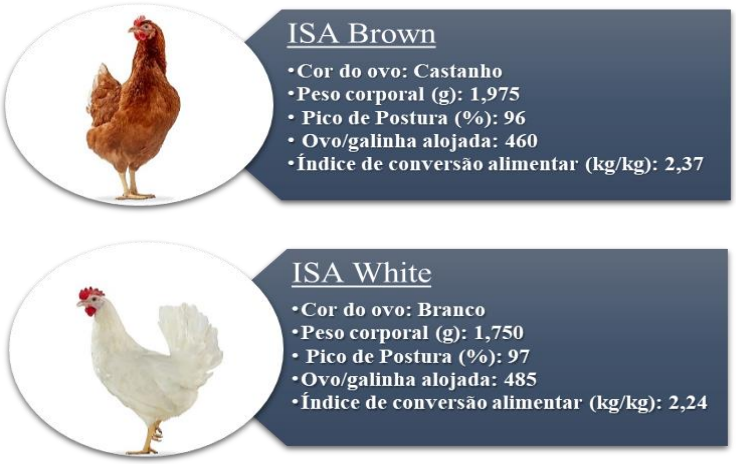

Figura 10: Comparação de parâmetros produtivos entre duas estirpes comerciais alojadas em sistemas alternativos (Adaptado de: ISA, 2022)

A cor da casca do ovo está diretamente ligada à genética da poedeira, especificamente à quantia de protoporfirina (pigmento) depositada na casca durante a sua formação, a qual, é responsável pelo acastanhamento do ovo. Nas poedeiras de plumagem castanha, a deposição deste pigmento é superior, comparativamente com as poedeiras de plumagem branca, daí, a associação entre a cor da casca e a cor da plumagem das poedeiras (S.Samiullah & J.R.Roberts, 2015).

No que toca aos aspetos produtivos, em comparação com as estirpes brancas, as estirpes castanhas geralmente têm maior peso corporal, são ligeiramente menos produtivas (ovos/ave alojada) e consomem mais alimento, o qual, reflete-se num índice de conversão mais elevado e consequentemente no preço dos ovos (Forgiarini, 2016).

Contudo o preço dos ovos é determinado pelo mercado e pelo conceito do consumidor, os quais em diversas partes do mundo, demonstram preferências distintas em particular pela cor da casca. Estas preferências são maioritariamente definidas por hábitos culturais e tradições dependendo de cada região (Mozafar, 2018).

Todavia a proporção de ovos, castanhos ou brancos, consumidos em todo o mundo é aproximadamente 50:50 (Figura 11).

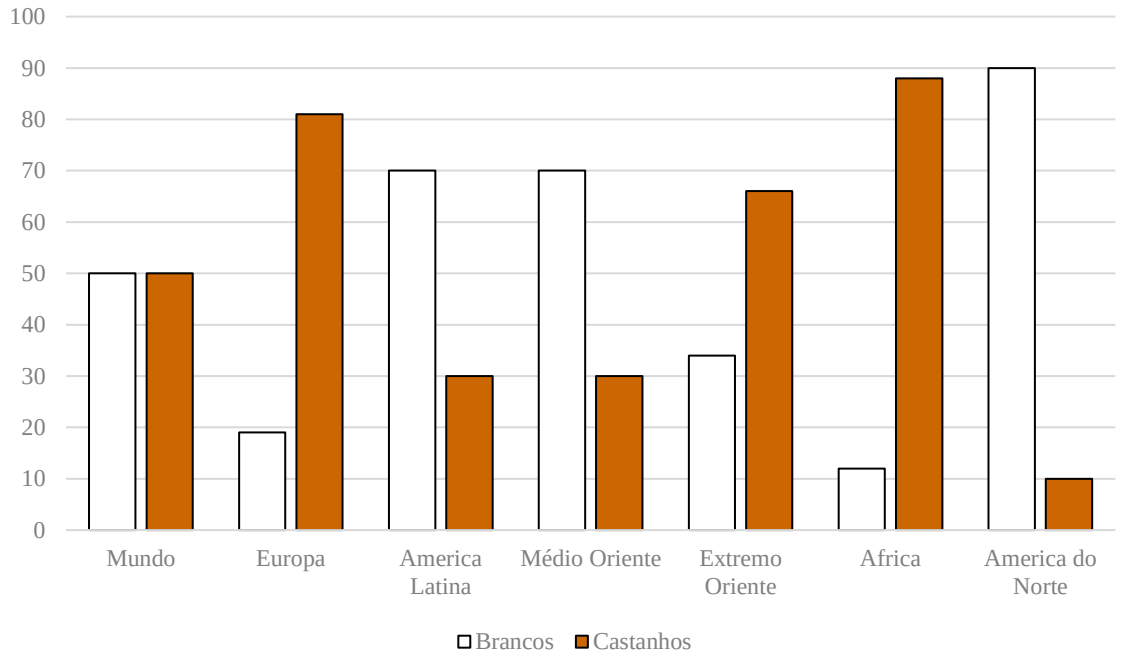

Figura 11: Consumo mundial por tipo de ovo de acordo com a cor da casca (Mozafar, 2018)

2.2.4. Sistemas de Alojamento/Produção

Em grande parte do mundo, estas aves eram criadas em pleno solo, até a usufruição de sistemas de alojamento adequados, nomeadamente gaiolas, entre 1930 e 1940. O uso de gaiolas deu grande contributo para a prosperidade da indústria de produção de ovos, reduzindo drasticamente o labor envolvente durante toda produção, através do auxílio de equipamento automatizado, como linhas de alimentação e água, cintas transportadoras destinadas para a recolha de ovos, e sistemas de remoção de excrementos. Outro contributo relevante, foi a redução da contaminação por endoparasitas (Tauson, 2005).

As gaiolas convencionais, também conhecidas como baterias, são o sistema de alojamento predominante na produção de ovos, devido ao menor custo de produção, o qual, é derivado a menores índices de conversão alimentar, menor taxa de mortalidade, e menor número de ovos contaminados. Porém, devido a questões de bem-estar animal, apontando como fatores, a falta de espaço, fragilidade óssea e a privação de comportamentos naturais, foi proibido o uso de gaiolas convencionais na União Europeia desde 2012. Esta alteração desencadeou a transformação dos sistemas de alojamento em todos os países membros da EU, dando origem às gaiolas enriquecidas e aos sistemas alternativos (produção em solo, e ar livre) (Windhorst, 2017).

Em Portugal, as gaiolas enriquecidas e os sistemas alternativos, são os sistemas de alojamento de galinhas poedeiras mais utilizados para galinhas poedeiras. No geral, o desenho, a construção e a manutenção dos alojamentos e equipamentos para as galinhas poedeiras deverão:

a) Permitir a realização das necessidades biológicas essenciais e a manutenção de saúde das aves;
b) Facilitar o bom maneio;
c) Permitir a manutenção de boas condições de higiene e da qualidade do ar;
d) Fornecer abrigo caso as condições meteorológicas sejam adversas;
e) Limitar o risco de doenças, alterações comportamentais, ferimentos e, na medida do possível, a contaminação das aves pelos excrementos;
f) Evitar os predadores, roedores e animais selvagens, bem como diminuir a quantidade de insetos;
g) Permitir a prevenção e o tratamento de infestações de parasitas internos e externos (DGAV, Manual de Recomendações de Bem-Estar Animal da CAP, 2021).

2.2.4.1. Gaiolas Enriquecidas

Após a sua proibição na União Europeia a 1 de janeiro de 2012, as gaiolas convencionais sofreram um conjunto de modificações, com o principal objetivo de melhorar as condições do bem-estar animal. Desde então, as galinhas passaram a ser alojadas em gaiolas melhoradas ou enriquecidas (Figura 12) (Conselho da União Europeia, 1999).

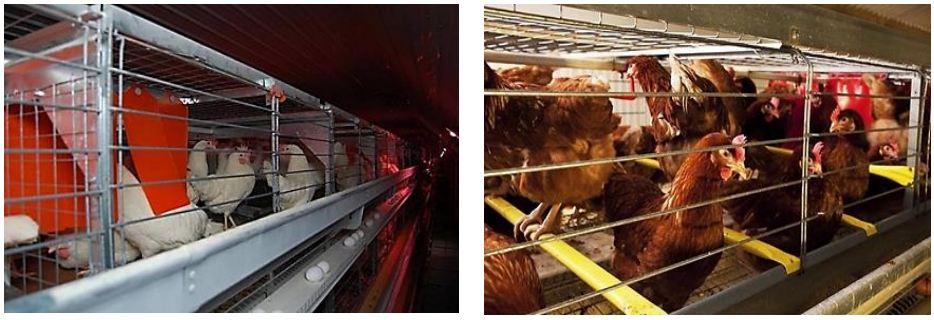

Figura 12: Sistema de alojamento em gaiolas enriquecidas (Big Dutchman, 2022)

Neste sistema de alojamento, à semelhança das gaiolas convencionais, as galinhas são criadas em pavilhões com gaiolas em linha, empilhadas em vários níveis, equipadas com linhas de passagem de alimento, bebedouros, tapetes de recolha de ovos e dejetos, e aberturas para inserção e remoção de galinhas. Ao contrário do sistema convencional, as gaiolas enriquecidas fornecem condições para as galinhas expressarem os seus comportamentos naturais, através da disponibilização de mais espaço, ninhos, poleiros, material de cama e possibilidade de circular entre gaiolas (Figura 13) (WSPCA, 2012).

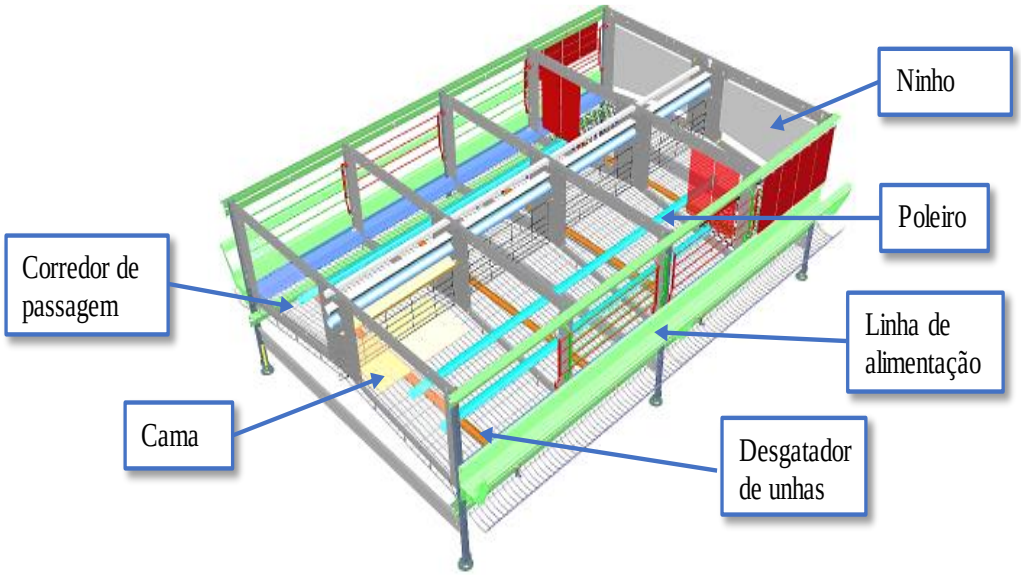

Figura 13: Estrutura de gaiolas enriquecidas (Adapatado de: Hellman, 2018)

Na tabela seguinte (Tabela 1), estão descritos os novos requisitos estabelecidos pelo Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril, onde podemos verificar as diferenças entre as gaiolas convencionais e gaiolas melhoradas.

Tabela 1: Requisitos legais para sistemas em gaiolas convencionais e enriquecidas (Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril).

Requisitos	Gaiolas Convencionais	Gaiolas Enriquecidas
Área de superfície	Pelo menos 550 cm^2 por galinha, medidos horizontalmente, utilizáveis sem restrições	Dispor de 750 cm^2 por animal, dos quais 600 cm^2 sejam de superfície utilizável, e cuja superfície total não possa ser inferior a 2000 cm^2
Altura da gaiola	Altura mínima de 40 cm em 65% da gaiola, 35cm em qualquer dos pontos.	Altura mínima de 45cm em qualquer dos pontos da gaiola.
Inclinação do pavimento	Inclinação máxima de 14% ou 8% caso for constituído por rede metálica de malha retangular.	
Circulação entre gaiolas	Ausente	Presença de corredores com largura mínima de 90 cm entre gaiolas.

Comedouro	Comedouro com utilização sem restrições, com comprimento de 10 cm multiplicado pelo número de galinhas na gaiola.	Comedouro com utilização sem restrições, com comprimento de 12 cm multiplicado pelo número de galinhas na gaiola.
Sistema de abeberamento	Bebedouro contínuo: 10 cm por galinha; Bebedouro em série: 2 pipetas ao alcance de cada galinha.	Presença de bebedouros adequados a dimensão do grupo e, se forem utilizados bebedouros em série, deve haver, pelo menos, duas pipetas ao alcance de cada galinha.
Ninho	Ausente	Presente
Material de cama	Ausente	Disposição de material de cama, que permita as galinhas debicar e esgravatar.
Poleiros	Ausente	Dispor de poleiros adequados, com um espaço de, pelo menos 15 cm por galinha.
Degastador de garras	Ausente	Presente

2.2.4.2. Sistemas Alternativos

Os sistemas alternativos são considerados sistemas em que as aves não estão confinadas a uma gaiola, tendo acesso ao solo, consoante o tipo de alojamento, seja este em solo, ar livre ou biológico, sendo obrigatório nestes dois últimos, o acesso ao exterior. No que toca ao equipamento utilizado nos sistemas alternativos, o espaço interior dos alojamentos deve cumprir com os seguintes requisitos ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2: Requisitos dos equipamentos em sistemas alternativos (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril)

Equipamentos	Requisitos
Chão	Deve ser construído de modo a suportar adequadamente cada uma das garras anteriores de cada pata

Cama	250 m^2 por galinha, devendo ocupar, pelo um terço da superfície do chão.
Poleiro	Ausência de arestas cortantes e com um espaço de 15 cm por galinha; Distância horizontal entre poleiros deve ser no mínimo 20 cm.
Ninho	Deve haver 1 ninho para cada 7 galinhas; Ninhos coletivos: 1 m^2 de espaço no ninho para um máximo de 120 galinhas.
Comedouro	Em linha: 10 cm de comprimento por galinha; Circulares: 4cm de comprimento por galinha
Bebedouro	Contínuos: 2,5 cm de comprimento por galinha; Circulares: 1 cm de comprimento por galinha; Pipetas: 1 pipeta por cada 10 galinhas; Em série: 2 pipetas ao alcance de cada galinha.

Sistema de produção em solo

Neste tipo de sistema, as aves encontram-se fechadas em pavilhões, não usufruindo de espaços exteriores, porém, podem circular livremente dentro dos alojamentos, com a possibilidade de entrar e sair dos andares sempre que haja necessidade. À semelhança dos outros sistemas alternativos, para além de terem acesso a ninhos e a poleiros (Figura 14), podem exprimir os comportamentos naturais, como o abrir das asas, saltos, banhos de areia e desgastar das unhas.

Figura 14: Sistema de produção em solo (Adaptado de: Big Dutchman, 2022)

De acordo com o Decreto-Lei nº 72-F/2003 de 14 de abril, secção A, artigo 2º, relativamente à densidade animal, esta não deve ultrapassar as nove galinhas poedeiras por metro quadrado de superfície utilizável. No caso da existência de sistemas com vários pisos, o número de pisos sobrepostos é limitado a 4, com uma distância livre de, pelo menos, 45 cm entre estes. Os pisos devem ser instalados de modo a que os excrementos não atinjam as aves dos pisos inferiores. Tal como num sistema de piso único, a distribuição do equipamento de abeberamento e alimentação deve permitir um acesso igual a todas as galinhas.

Sistema de produção ao ar livre

A caraterística principal da produção ao ar livre é o acesso a um espaço exterior, com a existência de pavilhões, equipados com entradas, que permitem a circulação das aves para o interior e exterior do pavilhão. Ao longo dos pavilhões, estão distribuídas várias portinholas que são abertas temporariamente durante o dia, de modo a permitir acesso direto ao espaço exterior (Figura 15).

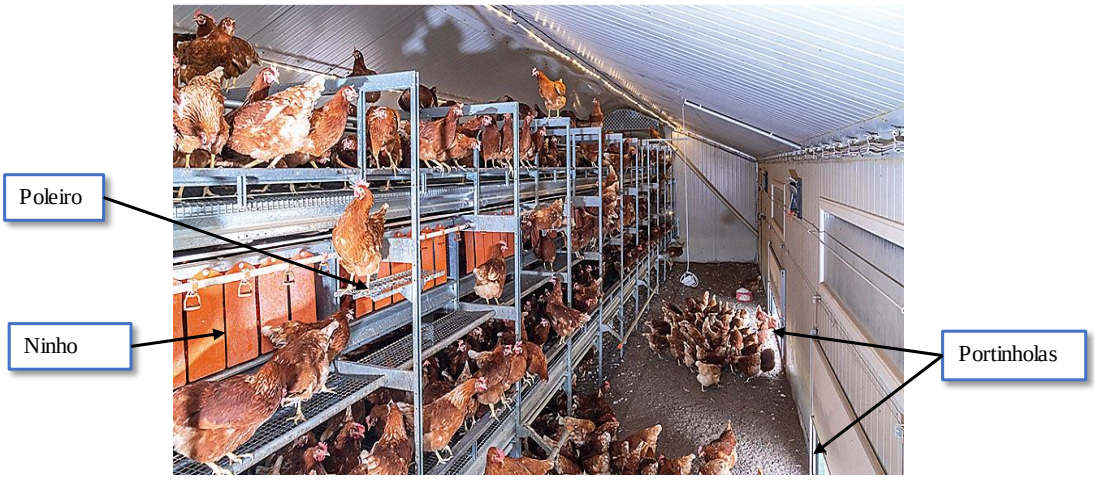

Figura 15: Sistema de produção ao ar livre *(*Adaptado de: Big Dutchman, 2022*)*

Nos sistemas de produção ao ar livre aplicam-se todas as exigências dos sistemas de produção em solo, descritas pelo decreto de lei referido acima, todavia, uma vez que dispõem de um espaço exterior, o mesmo impõe os seguintes requisitos ilustrados na Tabela 3.

Tabela 3: Requisitos para sistemas de produção ao ar livre (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril).

Elementos	Requisitos
Portinholas	Altura mínima de 35 cm e uma largura de 40 cm. Devem estar repartidas por todo o comprimento do alojamento, devendo haver, obrigatoriamente, uma abertura total de 2 m por cada milhar de galinhas.
Espaço exterior	Adaptado à densidade de galinhas e à natureza do terreno, de modo a evitar contaminações.
Abrigos exteriores	Fornecer proteção contra as intempéries e os predadores. Se necessário, devem estar equipados com bebedouros adequados.

De acordo com o Regulamento (CE) n.º 2295/2003 de 23 de dezembro de 2003, anexo III, relativamente às exigências mínimas a satisfazer pelas explorações de criação de aves de capoeira, consoante o modo de criação das galinhas poedeiras, também estabelece que:

a) As galinhas tenham acesso diurno contínuo a espaços ao ar livre, exceto quando vigorem restrições temporárias impostas pelas autoridades veterinárias;
b) O terreno exterior esteja coberto de vegetação e não seja utilizado para outros fins, exceto como pomar, área arborizada ou pastagem;
c) A densidade animal máxima nunca deve exceder 2.500 galinhas por hectare de terreno disponível para as galinhas ou uma galinha por 4 m²;
d) Os espaços exteriores não se prolonguem para além de um raio de 150 metros da portinhola de saída do edifício mais próxima. É autorizada uma extensão que pode ir até 350 metros da portinhola de saída do edifício mais próxima, desde que exista um número suficiente de abrigos (4/hectare) e bebedouros, regularmente distribuídos por todo o espaço exterior.

2.2.4.3. Produção em modo biológico

Em alojamentos de produção em modo biológico não é permitida a utilização de gaiolas e deve-se dispor de espaço suficiente, de modo a assegurar que as galinhas manifestem padrões de comportamentos naturais. Para além de uma área interior, este sistema deverá dispor de uma zona exterior (ar livre) vedada, com solo maioritariamente coberto de vegetação, no qual as aves possam ter acesso durante, pelo menos, um terço da sua vida. Durante o dia, deve-se proporcionar o acesso ao ar livre o mais cedo possível e de modo continuo. Na Tabela 4, estão

ilustrados os requisitos estabelecidos pelo Regulamento (UE) 2018/848 de 30 de maio de 2018, relativo à produção de galinhas poedeiras em modo biológico.

Tabela 4: Requisitos para produção em modo biológico (Regulamento (UE) 2018/848, 2018)

Elementos	Requisitos
Superfície	Pelo menos um terço da superfície do solo deve ter uma construção solida e deve estar coberta com material de cama.
Área interior	6 galinhas/m^2
Poleiros	18 cm/galinha
Ninhos	7 galinhas/ninho; Ninho comum: 120 m^2/galinha
Área exterior	4 m^2/galinha
Acessos Interior/Exterior	Aberturas de entrada e saída com um comprimento total de, pelo menos, 4 m por 100 m^2 de superfície das instalações.
Número de aves	Máximo de 3000 galinhas poedeiras

2.3. Ciclo de Produção

2.3.1. Maneio geral e fatores de produção

2.3.1.1. Alimentação

Durante o ciclo produtivo, as exigências nutricionais das poedeiras vão alterando em função da idade, peso corporal e capacidade de ingestão alimentar e, portanto, a formulação dos alimentos compostos difere para cada fase, de modo a fornecer uma quantia ótima de nutrientes para a manutenção e produção, tanto do crescimento como da postura.

A alimentação também deve ser formulada consoante o tipo de sistema de alojamento. Em comparação com os sistemas de gaiolas, as poedeiras em sistemas alternativos necessitam de dietas com maior conteúdo energético, uma vez que têm maior atividade física. No caso de sistemas de produção em solo, o incremento energético na alimentação é de 10 a 12% mais do que em gaiolas (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.1.2. Programa de luz

A manipulação da luz artificial dentro dos pavilhões é um fator chave durante o ciclo produtivo, seja durante a fase de crescimento ou de postura. Os programas de luz permitem controlar as horas de luz a que as aves são expostas, simulando o dia e a noite, de modo a promover a atividade, a procura de alimento e água, a postura e a regulação do stress. Ao estabelecer-se um programa de luz, deve-se ter sempre em consideração o tipo de luz, a intensidade e o número de horas de luz. Para as aves, a visibilidade do espectro eletromagnético é maior do que nos humanos, logo, a sua capacidade ocular é maior tornando-as capazes de reconhecer cores a intensidades de luz baixas (Stokvis, Hendrix Genetics, 2020).

Por conseguinte, o seu comportamento pode ser influenciado pela cor da luz e a sua intensidade. A exposição a luzes brancas frias estimula a atividade enquanto luzes brancas quentes diminuem-na, por este motivo e, pelo facto das aves serem mais sensíveis a luzes azuis e vermelhas, é aconselhável a utilização de luzes com temperatura de cor elevada (azuis) durante a fase de crescimento (cria/recria), e luzes com temperatura de cor mais baixas (vermelhas) durante a fase de postura (Stokvis, Hendrix Genetics, 2020).

Em simultâneo com a cor, a intensidade de luz tem um efeito semelhante. A intensidade luz é expressa em unidades lux, a qual corresponde ao fluxo luminoso por unidade de área e é equivalente a 1 lúmen por m^2 (Stokvis, Hendrix Genetics, 2020). Durante o período inicial de crescimento, a intensidade de luz é elevada (↑ Lux) e a medida que a fase de postura vai-se aproximando, a intensidade de luz é diminuída gradualmente (↓ Lux) (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

Fotoperíodo e regulação endócrina

O fotoperíodo refere-se principalmente ao período de horas de luz, a determinada intensidade. A luz é dos principais fatores que regula o ritmo biológico das aves, afetando a idade em que estas atingem a maturidade sexual, a frequência da ovulação e a produção de ovos. Nas galinhas, a luz, para além de ser recebida por recetores oculares, também penetra através da parte superior do crânio pela glândula pineal e através da glândula pituitária, que se situa perto do hipotálamo (Johnson, 2018).

No hipotálamo, encontram-se células especializadas (fotorrecetores) que convertem o sinal luminoso em estímulos hormonais induzindo a secreção de gonadotrofina (GnRH). Estas hormonas estimulam a glândula pituitária e provocam a produção e consequente secreção de hormonas luteinizantes (LH) e folículo estimulantes (FSH), as quais atuam sobre o sistema

reprodutivo. A hormona LH promove a maturidade sexual e a ovulação (produção de ovos), enquanto a FSH é responsável pelo desenvolvimento de folículos pré-ovulatórios (Araujo, 2011).

2.3.1.3. Temperatura ambiente

Durante a produção, a temperatura ambiente recomendada dos pavilhões deve encontrar-se entre 18 a 22 ºC. Temperaturas superiores a 28 ºC alteram o metabolismo do animal e causam reduções na ingestão de alimento e aumento do stress. A temperatura ótima depende da idade da ave. Nos primeiros dias de vida, são recomendadas temperaturas entre 35 a 36 ºC, e à medida que as aves crescem esta vai diminuindo gradualmente até atingir os 18-22 ºC por volta da quinta semana, mantendo-se nestes valores ao longo do ciclo (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.1.4. Ventilação

Nos pavilhões a ventilação serve para manter a qualidade e temperatura do ar, de modo a criar as condições de conforto para as poedeiras. Na Tabela 5, estão ilustrados os vários tipos de sistemas de ventilação e o seu funcionamento.

Tabela 5: Sistemas de ventilação para pavilhões de postura (Adaptado de: Lohmann, Managemente Guide, 2021).

Tipo de Ventilação	Funcionamento
Ventilação por pressão positiva	Ventiladores mecânicos empurram ar para o interior dos pavilhões.
Ventilação por pressão negativa	Ventiladores mecânicos extraem o ar do interior do pavilhão e criam vácuo, permitindo a entrada de ar fresco.
Ventilação tipo túnel	Ventilação por exaustão de ar nas extremidades dos pavilhões.
Ventilação natural	Entrada de ar é controlada por condições climáticas

A ventilação tem como função renovar o ar dentro dos pavilhões, reduzindo as poeiras, gases nocivos (amoníaco, dióxido de carbono…), de modo a prevenir o surgimento de problemas respiratórios nas poedeiras, os quais podem implicar declínio de produtividade e, eventualmente, aumentar a mortalidade (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.1.5. Biossegurança

O conceito de biossegurança refere-se à manutenção das condições de higiene e sanidade dentro e fora dos pavilhões, de modo a controlar e a prevenir a disseminação de doenças, com o objetivo de manter as aves saudáveis. Um plano de biossegurança permite reduzir os desafios que podem influenciar a produtividade, reduzindo, ou até evitando, os custos ao produtor do tratamento de eventuais surtos de doenças e epidemias (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

Boas práticas da biossegurança incluem: a implementação do sistema tudo dentro, tudo fora, que engloba um período de limpeza e desinfeção dos pavilhões e equipamentos entre a saída e entrada dos bandos; a restrição da entrada de veículos e visitantes na exploração; a utilização de pedilúvios e vestuário adequados por parte dos funcionários das explorações e programas de vacinação (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.2. Caraterização da fase de crescimento

Na fase de crescimento, considera-se as fases de cria e recria. A fase de cria corresponde ao período entre o 1º dia e as 7/8 semanas de vida. É nesta fase que ocorre grande parte do desenvolvimento dos órgãos principais e do sistema imune, e também a primeira muda de penas. Aquando introduzidas nos sistemas de alojamento, durante os primeiros 3 dias, estes deverão estar a uma temperatura ambiente de 35-36ºC, com iluminação programada para 22/24h de luz, de modo a facilitar o acesso à ração e à água e a adaptação ao ambiente. Antes da entrada no alojamento, é também importante assegurar que este esteja devidamente limpo e desinfetado, tendo passado por um período de vazio sanitário entre bandos de pelo menos 2 semanas, e que todo o equipamento (bebedouros, linhas de distribuição, janelas…) esteja a funcionar corretamente (Hy-Line, Management Guide, 2018).

A fase de recria inicia-se aproximadamente às 9 semanas, estendendo-se até a fase de pré-postura, que vai entre as 12 e as 17 semanas (transferência das aves). Esta fase é caracterizada pelo desenvolvimento muscular, crescimento esquelético e pela ocorrência de uma segunda muda de penas, podendo-se observar uma plumagem com cor definida. Esta é uma fase critica, que requer um maneio rigoroso, de modo a assegurar que o bando entre em fase de postura (maturidade sexual) com um peso corporal ideal e homogéneo, com capacidade de exprimir o seu potencial genético e para que apresentem boa produtividade (Hy-Line, Management Guide,

2018). Neste período, o ambiente dentro dos alojamentos deve estar a uma humidade relativa mínima de 40%, com uma temperatura a rondar os 20ºC. (Hy-Line, Management Guide, 2018).

2.3.3. Inicio e pico de postura

A fase de postura inicia-se por volta das 17 semanas, quando as galinhas são transferidas para os pavilhões de postura, onde permanecem até ao final do ciclo produtivo. É neste período, onde ocorre o desenvolvimento completo do ovário e do trato reprodutivo, processo este que se inicia por volta das 15 semanas e dura até as 25 semanas. Nesta fase, as galinhas atingem a maturidade sexual, etapa observável pelo avermelhamento da crista e barbelas, e também pela produção dos primeiros ovos (Hy-Line, Management Guide, 2018).

Entre as 28 e as 32 semanas, as galinhas atingem a maturidade física e o seu pico de postura, ou seja, atingem o limite máximo de produção de ovos, sendo este constante até perto das 60 semanas de vida (Hy-Line, Management Guide, 2018).

2.3.4. Final de Postura

Esta fase é caraterizada pelo declínio da postura nas galinhas, no qual a produção de ovos vai diminuindo gradualmente até a saída do bando. No pico da postura, por norma, um bom bando costuma atingir e ultrapassar taxas de postura de 90%, até chegar às 60-70 semanas, onde as taxas de postura decrescem para valores a volta dos 65-70%. Normalmente nesta fase, devido à baixa produtividade, os bandos deixam de ter rentabilidade económica e, portanto, são abatidos, podendo ser transformados em carne ou subprodutos (Singe, 2021). Hoje em dia, devido aos avanços a nível genético, mas também nutricional e a certas praticas de maneio, existe a capacidade de prolongar o ciclo produtivo das galinhas, estendendo a produtividade até cerca de 90 semanas, com a obtenção de boas taxas de postura e manutenção da qualidade do ovo.

Outro fator característico desta fase é a perda de penas, a qual é seguida por uma última muda. Esta perda de penas, surge devido a utilização de toda proteína exclusivamente para a produção de ovos, ao invés da síntese de penas. O resultado é uma cessão na produção de ovos, permitindo que a muda aconteça naturalmente e que a galinha recupere a sua condição corporal (Ellis, 2004).

2.3.5. Parâmetros de avaliação produtiva

2.3.5.1. Controle de peso e uniformidade do bando

O controlo do peso corporal é um parâmetro que serve para avaliar o desenvolvimento e desempenho do bando. As pesagens são representadas pela média dos pesos individuais de uma amostra e são feitas semanalmente, devendo iniciar-se durante a fase de cria e efetuadas ao longo de todo o ciclo produtivo. Para cada estirpe, as empresas do setor fornecem valores padrão que indicam o peso corporal objetivo para cada fase (idade), que servem como guia para o produtor, permitindo-o comparar os resultados obtidos (peso médio) (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

Através do peso corporal, também se deve calcular a uniformidade. A uniformidade indica a homogeneidade do bando e demonstra se a quantidade de ração e nutrientes é igualmente fornecida às aves de um determinado bando. A uniformidade obtém-se através da soma e subtração de 10% do peso médio, resultando num intervalo de valores. A diferença entre esse intervalo é dividida pelo número de aves pesadas e multiplicado por 100 (%). Uniformidades abaixo dos 70% são consideradas regulares e pobres (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.5.2. Taxa de mortalidade

A mortalidade (%) é um dos parâmetros fundamentais para determinar o bem-estar em bandos de poedeiras. Este cálculo é feito através da mortalidade acumulada semanal e permite averiguar o estado do bando. Por norma, a mortalidade elevada é sinónimo de problemas de saúde nas aves, as quais muitas vezes não demonstram sinais clínicos evidentes.

Na fase de produção, a taxa de mortalidade aceitável varia entre 0,8 a 1,5%, sendo que acima deste valor, a produção de ovos pode reduzir-se significativamente, comprometendo a rentabilidade (Samkange, 2020).

2.3.5.3. Taxa de postura

A taxa de postura indica o número de ovos postos pelo número de poedeiras num dado período de tempo. Este parâmetro reflete a produtividade e demonstra ao produtor o desempenho do bando, permitindo diagnosticar possíveis problemas nas aves, na eventualidade de taxas de postura baixas. Taxas de postura iguais ou superiores a 80% são consideradas excelentes (Valbuena, 2020).

2.3.5.4. Índice de conversão alimentar (IC)

O índice de conversão é um parâmetro utlizado durante a fase de postura para avaliar a eficiência da produção de ovos em função da quantia de alimento consumido. Nas poedeiras, este índice equivale à quantia total de alimento ingerido (diária/semanal), necessário para produzir 1 quilograma de massa de ovo. O cálculo do índice de conversão é feito através da seguinte equação:

$$IC = \frac{Consumo\ de\ alimento\ (kg)}{Nº\ total\ de\ ovos\ produzidos\ \times\ Peso\ médio\ dos\ ovos\ produzidos\ (kg)}$$

O índice de conversão ideal em estirpes comerciais pode variar entre 1,9 a 2,25. A ocorrência de índices muito elevados é sinonimo de mau desempenho produtivo (Lohmann, Managemente Guide, 2021).

2.3.6. Fatores que influenciam a produção de ovos

Durante o ciclo de produção, vários fatores podem influenciar a produção de ovos. A produtividade das galinhas é o fator mais importante neste setor e, portanto, todo o ciclo de produção tem de ser gerido de forma eficaz, de maneira a obter máxima rentabilidade. Na Figura 16, estão ilustrados vários fatores que podem comprometer a produtividade das galinhas.

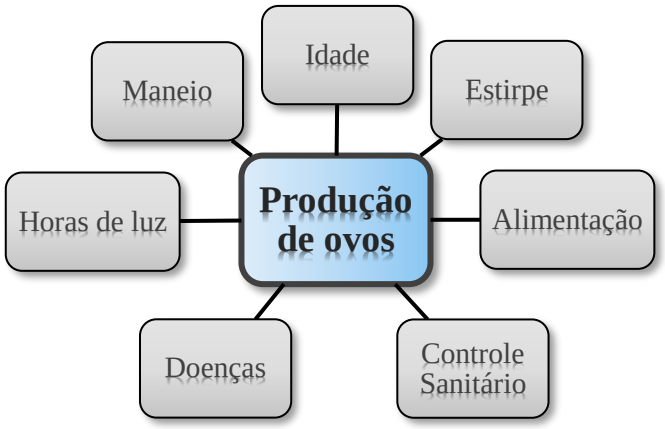

Figura 16: Fatores que influenciam a produção de ovos (Adaptado de: Sáenz, 2022)

2.4. O Ovo

2.4.1. Formação e estrutura do ovo

Em função da ovulação contínua, as linhagens comerciais têm a capacidade de produzir um ovo por dia. Estas poedeiras têm altas taxas de desenvolvimento folicular e, consequentemente, alta produtividade. A formação do ovo inicia-se com o desenvolvimento folicular no ovário, especificamente no ovário e oviduto esquerdo, uma vez que o desenvolvimento do ovário direito é interrompido logo na fase embrionária da galinha (Braak, 2019). Após a ovulação, o processo desencadeia-se pelos restantes componentes do trato reprodutivo da galinha até à ovíposição (Figura 17).

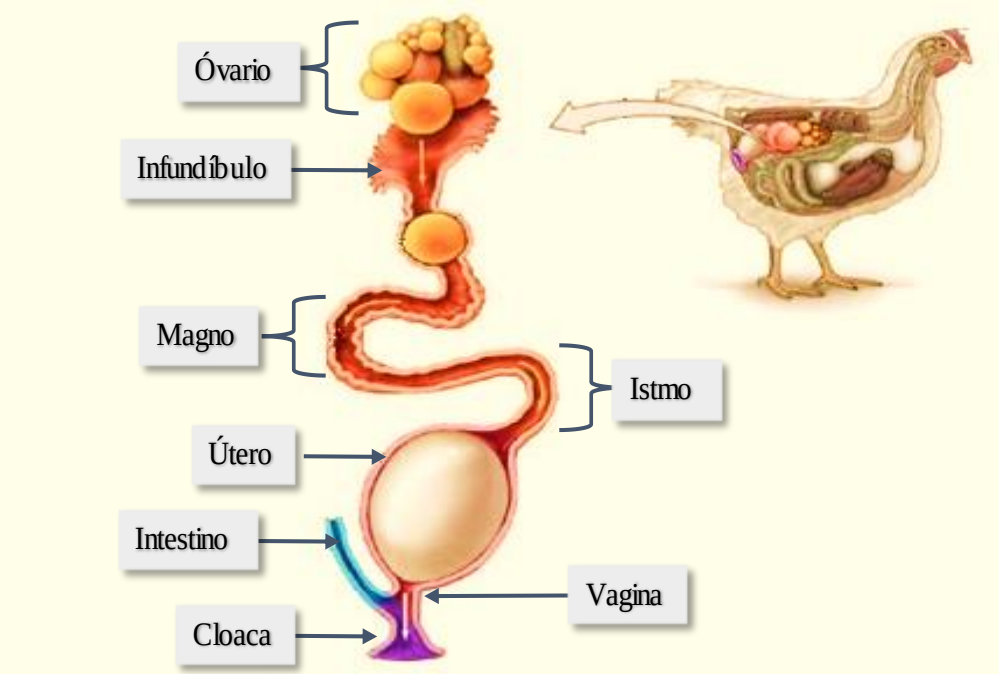

Figura 17: Trato reprodutivo da galinha (Adaptado de: Kaspers, 2016)

No ovário, estão presentes inúmeros oócitos, que dão origem a um folículo pré-ovulatório. O folículo pré-ovulatório acumula rapidamente grandes quantidades de gema (cerca de 2g/dia) até entrar em ovulação. Nas estirpes comerciais, o ciclo da ovulação dura aproximadamente 24 horas enquanto em estirpes de baixa produtividade este processo pode durar até 27 horas. A ovulação consiste na rotura da membrana do folículo, do qual é libertado um ovulo, que é capturado pelo infundíbulo. No infundíbulo, ocorre a fertilização, a formação de uma pequena

camada de albúmen e a formação da membrana vitelina. A membrana vitelina (Figura 18) é formada à volta da gema que envolve o óvulo e separa a gema do albúmen. Esta, contém altas concentrações de peptídeos antimicrobianos, que formam uma barreira interna contra infeções. Após cerca de uma hora, o óvulo desloca-se para a zona do magno, onde durante 3-4 horas, é formado grande parte do albúmen ou clara e a chalaza. É nesta parte do oviduto que se forma o albúmen denso. A chalaza (Figura 18), é formada por fibras proteicas e tem a função de fixar a gema numa posição central, ligando esta à membrana da casca. O albúmen e a chalaza são formados à volta da gema à medida que esta é impulsionada pelo magno através de movimentos rotativos peristálticos, que definem a estrutura caraterística da chalaza (Braak, 2019).

Na zona do istmo é adicionado o albúmen menos denso e inicia-se a formação da membrana interna e externa da casca do ovo. Estas membranas são formadas por fibras proteicas, que ao longo do ovo mantêm-se unidas, exceto na zona arredondada do ovo, onde separam-se, formando a câmara de ar (Figura 18). De seguida, o ovo é transferido para o útero onde irá ser formada a casca. No útero, a circulação de água através das membranas da casca provoca o aumento do volume e o desenvolvimento da forma ovoide do ovo. Consequentemente, o ovo entra em contacto com a parede uterina permitindo a formação da casca, que sucede devido à calcificação de glicoproteínas e mucopolissacarídeos. É também no útero que se dá a pigmentação da casca pela presença de glândulas produtoras de pigmento. Todo este processo demora cerca de 19 horas (Kaspers, 2016).

Por fim, antes da oviposição, o ovo é revestido com a cutícula, a qual, é uma membrana cerosa composta por lípidos, polissacarídeos e proteínas, com as funções de prevenir a entrada de microrganismos no ovo e limitar a perda de água do ovo por evaporação. A oviposição é regulada por várias hormonas, nomeadamente a oxitocina, a arginina, vasotocina e a prostaglandina. Ao serem libertadas provocam contrações nos músculos do útero causando uma rotação de 180 graus no ovo, fazendo com que este se direcione para a vagina e finalmente para a cloaca, que é responsável pela deposição do ovo (Braak, 2019).

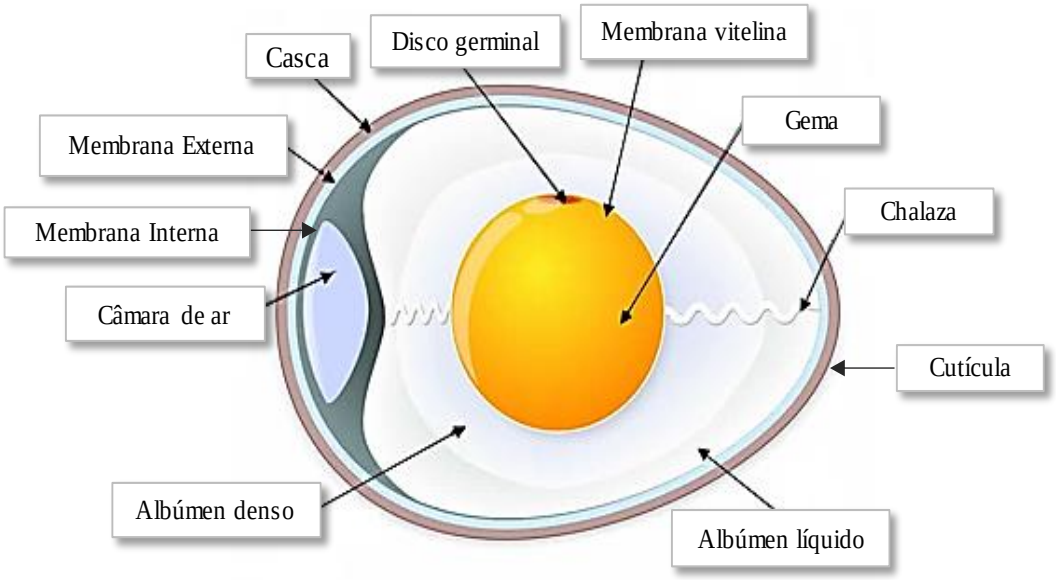

Figura 18: Estrutura e constituintes do ovo (Adaptado de: Crespo, 2022)

2.4.2. Principais constituintes do ovo

2.4.2.1. Gema

A gema é o constituinte com maior valor calórico do ovo, e representa cerca de 31% do peso deste. A gema é composta maioritariamente por água (50%), lípidos (30%), proteínas (17%), hidratos de carbono, vitaminas (todas, exceto vitamina C) e matéria inorgânica. É de salientar que grande parte das vitaminas e da matéria orgânica é proveniente dos alimentos ingeridos, daí o seu conteúdo no ovo ser variável, especialmente em ovos de poedeiras em sistemas alternativos (ANAPO, 2021).

A fração lipídica da gema é composta por triglicerídeos (65-70%), fosfolípidos (25-31%), colesterol (4-5%) e ácidos gordos insaturados, nomeadamente acido oleico e linoleico, os quais, o conteúdo também pode variar consoante a dieta da poedeira. A fração proteica da gema é maioritariamente composta por lipoproteínas, especificamente lipoproteínas de baixa densidade (LDL) como as lipovitelininas, livetinas e flavinas, e lipoproteínas de alta densidade (HDL) como as lipovitelinas e fosvitina. Outras proteínas como a imunoglobulina, ovalbumina e ovotransferrina também estão presentes (Réhault-Godbert, 2019).

Os lípidos e as proteínas são ambos sintetizados pelo fígado, e são transportados pela corrente sanguínea até à gema. Esta síntese, é induzida pela secreção de estrógeno e testosterona pelos

folículos maduros no ovário (Kaspers, 2016). Através da corrente sanguínea, também são transportados carotenoides, nomeadamente carotenos e xantofilas, os quais são pigmentos responsáveis pela coloração da gema. Estes pigmentos também podem encontrar-se na pele, gordura, no fígado e nas penas, sendo exclusivamente, provenientes da alimentação da poedeira. Dentro destes, a luteína, zeaxantina e cantaxantina são os pigmentos (naturais ou sintéticos) mais comuns nos alimentos compostos, podendo estar presentes naturalmente na matéria prima (e.g. milho) ou incrementados durante o fabrico destas (Hamelin, 2012). Logo, a cor da gema, irá variar em função do aporte.

2.4.2.2. Albúmen

O albúmen, também conhecido como a clara, representa cerca de 57% do ovo e é constituído maioritariamente por água (88%) e proteínas (11%), e em menores quantidades, hidratos de carbono e minerais. O albúmen é constituído por duas frações, nomeadamente em albúmen denso, que se encontra diretamente à volta da gema e em albúmen líquido, mais próxima da casca. O albúmen denso é a principal fonte proteica do ovo, e é extremamente rica em riboflavina. Á medida que o ovo perde a frescura, o albúmen denso acaba por perder a sua consistência, misturando-se com o albúmen líquido (IEH, 2009).

No que toca à porção proteica do albúmen, destaque para a ovalbumina, que contabiliza 54% do total de proteínas do albúmen, sendo esta considerada a proteína mais importante, devido ao seu valor nutricional, proporcionado pelo perfil equilibrado de aminoácidos que possui, e devido à sua aplicabilidade na indústria alimentar e farmacêutica. Outras proteínas presentes no albúmen, incluem a ovotransferrina (12%), ovomucoide (11%), lisozima (3,50%) e ovomucina (3,50%) (Abeyrathne, 2013).

Para além de ser um reservatório de água e proteína, o albúmen também tem a função de acondicionar a gema. A chalaza e a alta viscosidade do albúmen, permitem que a gema se mantenha fixada numa zona central, afastada da casca do ovo, para além de formarem uma barreira contra bactérias que possam penetrar a casca do ovo (Buyse, 2014).

2.4.2.3. Câmara de ar

A câmara de ar, também conhecida por espaço de ar ou célula de ar, constitui cerca de 0,30% do ovo e situa-se entre a membrana interna e externa da casca. Após a oviposição, o ovo não contém câmara de ar, uma vez que, as membranas das cascas encontram-se juntas. À medida que o ovo arrefece, as membranas da casca separam-se, abrindo um espaço onde é

acumulado ar. Se a temperatura do ar for baixa, a câmara de ar pode formar-se dentro dum tempo curto (2min), caso contrário, se o ovo estiver presente condições de temperatura e humidade elevadas, a câmara de ar pode demorar várias horas a ser formada. No geral, esta demora entre 6 a 10 minutos a ser formada. O tamanho da câmara de ar irá depender da permeabilidade da casca, da temperatura e da humidade a que o ovo é submetido, e da idade e tamanho do ovo, que quanto maior, maior será a câmara de ar (Bittencourt, 2022).

A câmara de ar está localizada na extremidade mais larga do ovo e tem como principal função a realização de trocas gasosas durante a embriogénese e durante o tempo útil do ovo, permitindo a entrada de oxigénio para o interior do ovo. Ao aumentar, induz a perda de humidade do conteúdo do ovo, por evaporação. Por este motivo, o tamanho da câmara de ar, é um dos indicadores da qualidade e idade do ovo (Bittencourt, 2022).

2.4.2.4. Casca

A casca é a cobertura exterior do ovo e representa 11,5% do peso deste. A casca é um constituinte de grande importância, uma vez que mantem a integridade física do ovo e atua como uma barreira bacteriológica. Ao longo da superfície da casca estão presentes entre 7000 a 15000 poros, que possibilitam o intercambio de oxigénio, dióxido de carbono, e vapor de água entre o interior e o exterior do ovo (IEH, 2009).

Para formação da casca, são necessárias entre 2 a 2,5 gramas de cálcio por cada ovo. Aproximadamente 67% do cálcio é proveniente da absorção intestinal, e o restante é mobilizado da medula óssea (Braak, 2019). Este processo consiste na precipitação controlada de carbonato de cálcio na membrana exterior do ovo, no momento em que este é envolvido em fluido uterino, rico em iões de cálcio e bicarbonato. Após este processo, obtém-se uma casca, constituída maioritariamente por minerais (95%), algumas proteínas (3%) e água (2%). Entre os componentes minerais (magnésio, fosforo, ferro, magnésio, manganês e outros) o carbonato de cálcio é o composto presente em maior quantia (96%) (Ketta, 2015).

2.4.3. Importância do ovo na alimentação humana

Do ponto de vista nutricional, o ovo é um alimento de grande importância. De acordo com a ANAPO (2021), relativamente ao ovo em casca, este é considerado o alimento mais completo da natureza, logo a seguir ao leite materno. O ovo é uma das fontes de proteína animal com maior disponibilidade económica, sendo este um alimento abundante e de baixo custo.

Como já referido anteriormente, os ovos reúnem vários lípidos essenciais, proteínas, vitaminas, minerais e outros componentes. Na Tabela 6 pode-se verificar a composição nutricional do ovo (por 100 g de ovo).

Tabela 6: Composição nutricional do ovo (por 100 g de ovo) (Adaptado de: ANAPO, 2021).

Composição Nutricional (por 100g de ovo)	
Água (g)	75,3
Calorias (kcal)	136
Energia (kj)	569,4
Hidratos de Carbono (g)	0
Lípidos totais (g)	10,8
Ácidos gordos saturados (g)	2,7
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	3,9
Ácidos gordos polinsaturados (g)	2,1
Colesterol (mg)	408
Sódio (mg)	140
Potássio (mg)	130
Fosforo (mg)	184
Cálcio (mg)	44
Magnésio (mg)	13,3
Ferro (mg)	1,94
Zinco (mg)	1,11
Vitamina A (mg)	0,20
Vitamina B1 (tiamina) (mg)	0,05
Vitamina B2 (riboflavina) (µg)	0,48
Vitamina B3 (niacina) (mg)	0,04
Vitamina B6 (piridoxina) (mg)	0,36
Vitamina B8 (colina) (mg)	0,025
Vitamina B9 (ácido fólico) (µg)	4,8
Vitamina B12 (cianocobalamina) (µg)	2,3
Vitamina D3 (µg)	2,2
Vitamina E (mg)	1,82

O ovo é um alimento que possui um elevado teor de colesterol, podendo chegar as 270 mg por ovo. Devido a isto, durante muito tempo, vários nutricionistas aconselharam a restringir o consumo de ovos de modo a evitar o surgimento de doenças cardiovasculares na população. Porém, nos últimos 20 anos, maioria dos estudos experimentais, clínicos e epidemiológicos tenham vindo a comprovar que não existe nenhuma correlação entre o aumento do colesterol e

o consumo de ovos, e sugerem a adição dos mesmos na dieta de crianças e adultos (Réhault-Godbert, 2019).

Entre muitos dos nutrientes benéficos fornecidos pelo ovo, destaca-se a colina. A colina é uma vitamina pertencente ao complexo B (vitamina B8) e encontra-se na gema do ovo. Esta vitamina desempenha diversas funções importantes, como a manutenção celular, neurotransmissão, desenvolvimento cerebral, integridade óssea e crescimento ao longo das fases da vida (Réhault-Godbert, 2019). A colina também está associada á redução da incidência do cancro da mama e mortalidade.

Outro benefício do consumo de ovos inclui a saúde ocular, atribuída à ação dos carotenoides presentes no ovo, que para alem de atuarem como antioxidantes, depositam-se nos olhos protegendo-os e prevenindo a degeneração macular e o surgimento de cataratas. Entre estes, os ovos também contribuem para a força muscular e gravidezes saudáveis (IEH, 2009).

2.5.Qualidade do ovo

A qualidade é definida como um conjunto de caraterísticas de um alimento, que influenciam o conceito do mesmo pelo consumidor. A perceção da qualidade do ovo poderá variar consoante o uso pretendido deste e da preferência do consumidor (Gerber, 2006). A avaliação da qualidade do ovo é de extrema importância, tanto para o produtor como para o consumidor. Ao produtor, o resultado desta avaliação permite determinar o estado do bando e o seu desempenho, de modo a assegurar a sua produtividade e a evitar prejuízos. Ao consumidor, a avaliação da qualidade do ovo irá indicar se estes estão próprios para consumo ou não, certificando-se assim que haja segurança alimentar e que se vá ao encontro das suas preferências.

Para tal efeito, antes de ser comercializado, o ovo deve ser classificado consoante a sua categoria, avaliado e identificado devidamente. Relativamente à avaliação, existe uma série de parâmetros físicos, externos e internos, utilizados para determinar a qualidade do ovo, os quais serão posteriormente descritos.

2.5.1. Classificação dos Ovos

Previamente à chegada ao centro de classificação, nos pavilhões de postura os ovos passam por uma etapa de triagem, onde é feita a separação entre ovos “bons” e ovos partidos/fissurados, sujos ou de pigmentação branca. No centro de classificação/embalagem, os

ovos são novamente avaliados, através de miragem e com o auxílio de um ovoscópio. Após esta avaliação, os ovos são classificados em duas categorias em função da sua qualidade, nomeadamente em ovos de categoria A ou ovos frescos e ovos de categoria B (Regulamento (UE) N.º 1308/2013). Os ovos de categoria A são expedidos diretamente para o mercado de consumo, sem necessitarem de qualquer tipo de transformação, e para serem categorizados como tal, estes devem apresentar as seguintes caraterísticas qualitativas, ilustradas na Tabela 7.

Tabela 7: Requisitos qualitativos para ovos de categoria A (Adaptado de: Regulamento (CE) N.º 589/2008).

Caraterísticas	Requisitos qualitativos
Casca e cutícula	Limpa e intacta
Câmara de ar	Altura máxima de 6 mm, imóvel.
Gema	Visível à miragem, ausência de contorno, posição central
Clara	Límpida e translucida
Cicatrícula	Ausência de desenvolvimento
Matérias estranhas	Não admitidas
Cheiros estranhos	Não admitidas

É de salientar que os ovos de categoria A não devem ser lavados nem limpos, nem antes nem depois da classificação de acordo com a legislação europeia e também não devem ser conservados ou refrigerados a temperaturas inferiores a 5 ºC, de modo a evitar a ocorrência de condensação de água que por sua vez favorece a proliferação de bactérias na casca e consequentemente a sua penetração para o interior do ovo (Regulamento (CE) N.º 589/2008).
Os ovos de categoria B são aqueles que não reúnem os requisitos qualitativos ilustrados na Tabela 7, e, portanto, são impróprios para consumo humano em casca, logo, são expedidos para indústrias alimentares e não alimentares, onde são transformados em ovo produtos (Regulamento (CE) N.º 589/2008).

2.5.2. Parâmetros de avaliação da qualidade externa

2.5.2.1. Peso do ovo

O peso do ovo é um parâmetro fundamental para a avaliação da qualidade e classificação do ovo. Sendo o ovo um produto natural, este parâmetro é variável e pode ser influenciado por diversos fatores, os quais serão descritos adiante. A pesagem é uma medição que é efetuada sem necessitar de quebrar o ovo e engloba a proporção da casca, albúmen e gema (Shi & Wang, 2009). Ao serem pesados, os ovos destinados para consumo são classificados individualmente em 4 categorias de peso legisladas, como ilustrado na Tabela 8.

Tabela 8: Classificação do ovo em função do peso (Adaptado de: Regulamento (CE) N.º 589/2008).

Categoria	Peso (g)
XL - Gigante	≥ 73
L - Grande	≥ 63 e < 73
M - Médio	≥ 53 e < 63
S - Pequeno	< 53

2.5.2.2. Resistência e espessura da casca

Tanto a espessura como a resistência da casca são parâmetros imprescindíveis para assegurar a qualidade do ovo, uma vez que ditam se ovo tem condições para ser transportado e comercializado. No setor avícola de postura, a perda económica através da quebra de ovos contabiliza 6 a 8% da produção total e, portanto, ao avaliar-se estes parâmetros, podem-se evitar perdas significativas (Tůmová M. K., 2018).

No que toca à resistência da casca, não existe nenhum standard universal que estabeleça um valor ideal. Porem, de acordo com Yoshida (2021), numa publicação ao *The Poultry Site*, refere que ovos com um ponto de quebra igual ou superior a 3.5 kgf (quilograma-força), possuem uma casca saudável e resistente ao transporte. Quanto à avaliação da espessura da casca, os valores ideais variam entre 0.35 a 0.40 mm ou mais. Deste modo, ovos com espessuras de casca enquadradas nesta faixa de valores são considerados resistentes ao manuseamento e aptos para comércio (Icken, 2006).

2.5.3. Parâmetros de avaliação da qualidade interna

2.5.3.1. Tamanho da câmara de ar

A avaliação do tamanho da câmara de ar é um dos parâmetros que também indica a frescura do ovo, e como já referido anteriormente, com o passar do tempo o seu tamanho vai aumentando devido ao efeito de diversos fatores. Este parâmetro é de fácil medição e engloba a passagem do ovo pelo ovoscópio durante a miragem (Figura 19).

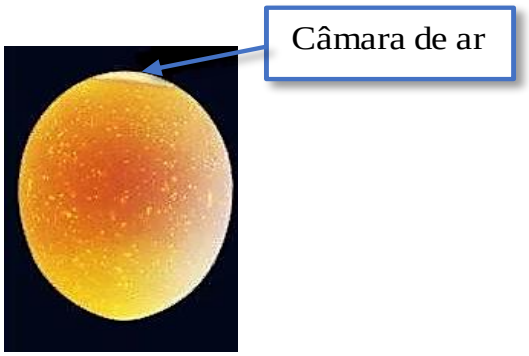

Figura 19: Miragem da câmara de ar (Adapatdo de: USDA, 2001)

A Figura 19 ilustra um ovo de categoria A, e de acordo com a regulamentação da União Europeia, para ser considerado com tal, a câmara de ar não pode ter uma largura superior a 6 mm (Grashorn, 2016).

2.5.3.2. Presença de manchas de carne e sangue

As manchas de carne e sangue podem estar presentes em alguns ovos, podendo ser observáveis na gema ou no albúmen do ovo. As manchas de carne são pequenos pedaços de tecido corporal de cor castanha que estão associados ao albúmen e surgem devido ao arraste de pequenas quantias da parede do oviduto durante a formação do ovo. As manchas de sangue quando associadas à gema do ovo são devido à rutura de vasos sanguíneos no ovário durante a ovulação (Okeudo, 2011). Durante a avaliação da qualidade, a presença destas manchas nos ovos não compromete a qualidade nutricional, mas torna-os inaptos para consumo, uma vez que não são apreciáveis pelo consumidor.

2.5.3.3. Unidades Haugh

As unidades Haugh é um dos parâmetros mais significativos para a avaliação da qualidade interna e na determinação da frescura do ovo. Estas unidades foram desenvolvidas pelo Dr. *Raymond Haugh* em 1937 e consistem no resultado da relação entre a altura do albúmen denso e o peso do ovo (USDA, 2001). Quanto maior for o resultado desta relação, melhor será a qualidade do ovo. O resultado obtido irá indicar um valor entre 0 e 130, e de acordo com este, os ovos são classificados em 4 categorias (Tabela 9).

Tabela 9: Classificação do ovo em função das unidades Haugh (Adaptado de: Nabel, 2022)

Classificação	Unidade Haugh (HU)
AA	≥ 72
A	60 – 71,9
B	31 – 59,9
C	≤ 30

Os ovos de categoria AA são considerados ovos de excelente qualidade, uma vez que apresentam um albúmen firme e claro, enquanto os ovos de categoria A correspondem a uma qualidade boa ou intermédia, e possuem um albúmen razoavelmente firme. Já os ovos de categoria B ou C correspondem a uma qualidade inferior e, portanto, são automaticamente rejeitados e reencaminhados para o setor de transformação em ovo produtos. Por norma, estes apresentam um albúmen fraco e aguado (USDA, 2001).

2.5.3.4. Índice de gema

O índice de gema é um parâmetro utilizado para avaliar a frescura do ovo, baseado nas caraterísticas da gema. Este parâmetro é indicado pelo o rácio resultante da altura da gema sobre o diâmetro da mesma. Quanto maior for este índice, maior será a frescura do ovo e consequentemente a sua qualidade. Na Tabela 10, pode-se verificar a classificação da qualidade do ovo em função do índice de gema.

Tabela 10: Classificação do ovo em função do índice de gema (Adaptado de: Nabel, 2022)

Classificação	Índice de gema
Extra fresco	> 0,38
Fresco	0,28 – 0,38
Regular	< 0,28

Com o passar do tempo o índice de gema diminui, devido ao aumento do diâmetro e à diminuição da altura da gema que é causado pela difusão de água do albúmen para a gema através da membrana vitelina. Consequentemente a gema dilata e a membrana vitelina enfraquece após ser distendida por tal ação. Eventualmente a gema adquire um formato mais achatado (Kumari, 2020).

2.5.3.5. Pigmentação da gema

A cor da gema é um parâmetro de qualidade fundamental do ponto de vista do consumidor. Este parâmetro é variável, e pode ser ajustado pelo produtor, em função do conceito do consumidor, que depende maioritariamente de fatores como a localização geográfica, tradições e cultura. Com isto, a cor da gema é um atributo de elevada importância neste setor, sendo que é um dos principais critérios por parte do consumidor (Pintado D. C., 2022), a par com a cor da casca.

Durante a avaliação da cor da gema é utilizada a escala de *Roche* para atribuir um valor preestabelecido à tonalidade da gema. Esta escala inclui uma faixa de valores crescente entre 1 a 16, onde a tonalidade varia entre o amarelo claro ao laranja avermelhado (Pintado D. , 2017). Um dos instrumentos mais utilizados pelo setor de ovos para fazer a avaliação deste parâmetro é a *Yolkfan* da DSM (Figura 20), a qual baseia-se na escala de *Roche*.

Figura 20: DSM *Yolkfan* para avaliar a cor da gema (Nabel, 2022)

2.5.4. Identificação e validade do ovo

Dentro da União Europeia, os ovos frescos só podem ser colocados no mercado após serem marcados com um código de identificação que indique o código do estado membro, da direção regional de agricultura, da exploração e do sistema de produção (Regulamento (CE) N.º 589/2008). Na Figura 21, pode-se verificar a identificação devida do ovo.

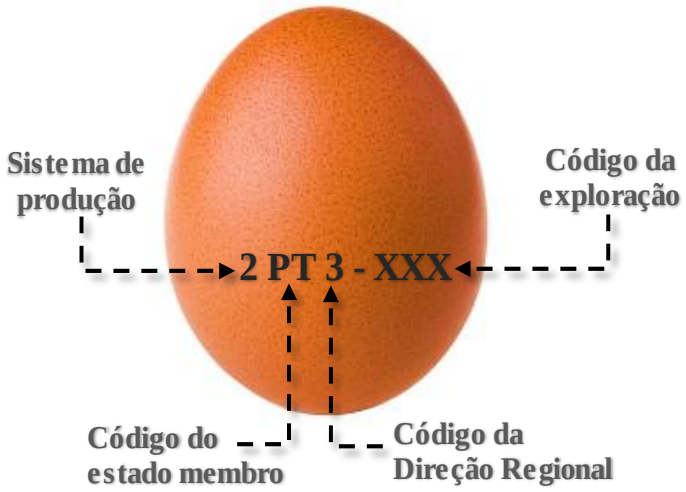

Figura 21: Código de identificação do ovo (DGAV, Ovos e Ovoprodutos, 2021)

O código dos sistemas de produção pode variar de 0 a 3, dependendo da origem do ovo, onde: 0 - modo de produção em sistema biológico; 1 – sistema de produção ao ar livre; 2 – sistema de produção em solo; 3 – sistema de produção em gaiolas (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril). Por norma, a marcação dos ovos é feita na unidade de produção ou no centro de classificação/embalagem. Após a marcação, os ovos são colocados em embalagens de modo a serem comercializados. As embalagens deverão conter no seu exterior o código do centro de embalagem, categoria de qualidade (categoria A/frescos), categoria de peso, durabilidade mínima, modo de conservação e o modo de criação (Regulamento (CE) N.º 589/2008). No que toca à validade, a durabilidade mínima do ovo é determinada consoante a data do período de postura. Esta não pode exceder o prazo de 28 dias após a postura. É de referir também, que os ovos devem ser classificados, identificados e embalados no prazo de 10 dias após a postura (Regulamento (CE) N.º 589/2008).

2.6. Fatores que afetam a qualidade do ovo

2.6.1. Nutrição

a) Qualidade da casca

O equilíbrio de certos minerais e vitaminas é de extrema importância para assegurar a qualidade da casca. Como já referido anteriormente, o cálcio e o fósforo são minerais essenciais na formação da casca, sendo o cálcio o principal constituinte da casca e o fósforo desempenhando um papel fundamental na deposição e disponibilidade do cálcio de origem óssea, durante a formação da casca do ovo (Gerber, 2006).

O incremento destes macro minerais na dieta das poedeiras deve receber especial atenção, especialmente na fase final de postura. A capacidade de retenção de cálcio diminui com o avançar do ciclo produtivo e, portanto, a concentração de cálcio nas rações é aumentada em função da exigência nutricional para produção, de modo a manter a qualidade do ovo. Este aumento irá assegurar maior percentagem, espessura e resistência da casca (Maciel M. P., 2015). Porém, um aumento, tanto do nível de cálcio, como o do fósforo, acima das exigências pode ser prejudicial para a qualidade da casca, uma vez que podem interferir na sua disponibilidade e na de outros minerais (Gerber, 2006). O rácio entre o cálcio e o fósforo é fundamental para obter uma boa espessura de casca, uma vez que o excesso de fósforo pode comprometer a absorção de cálcio, e eventualmente, degradar a qualidade do ovo. Juntamente com estes, a

adição de vitamina D na dieta é de elevada importância, uma vez que auxilia no metabolismo do cálcio e do fosforo (Roberts J. R., 2004).

É de salientar também que elevadas quantias de vanádio nos alimentos compostos influenciam a qualidade da casca, especificamente a perda de cor desta. Uma das soluções para evitar esta eventualidade é a inclusão de vitamina C na alimentação das poedeiras (S.Samiullah & J.R.Roberts, 2015).

b) Qualidade da gema

A cor da gema não é um indicador de qualidade nutricional, ainda que varie com a alimentação. O conteúdo de xantofilas é o principal determinante da cor da gema e esta presente nos alimentos compostos, especificamente na matéria prima. Através da adição xantofilas naturais ou sintéticas é possível manipular a cor da gema. A inclusão destes pigmentos nos alimentos compostos, em maiores quantias, irá resultar em gemas com cores mais alaranjadas e em cores mais pálidas quando adicionados em menor quantia (Gerber, 2006). O surgimento de gemas pálidas também pode ocorrer devido a inibidores de funções hepáticas, como é o caso das micotoxinas, as quais inibem a absorção e subsequente deposição de pigmentos pelo fígado. Estas toxinas são provenientes da dieta estando presentes em alimentos compostos contaminados. As micotoxinas também são responsáveis por reduzir a capacidade de absorção de vitamina K, que quando em défice, induz maior ocorrência de manchas de sangue na gema (Ahmadi, 2011).

A presença de alguns fármacos como a nicarbazina (coccidioestático) e a piperazina (desparasitante), nos alimentos compostos também podem contribuir para a degradação da qualidade da gema. O caso mais comum são gemas manchadas ou *mottled yolks*, caraterizado pelo surgimento de manchas de cor variável ou pálidas devido à mistura entre a gema e o albúmen, causada pela degeneração da membrana vitelina. Outros fatores nutricionais, como o gossipol (proveniente da farinha de semente de algodão), taninos presentes na sorgo, e a deficiência de cálcio, também induzem o surgimento de gemas manchadas (Ahmadi, 2011).

c) Qualidade do Albúmen

A aparência do albúmen é um dos fatores afetados pela nutrição da galinha. A inclusão de farinha de semente de algodão nas rações das poedeiras pode fazer com que o albúmen do ovo adquira uma cor rosa após o armazenamento, devido à presença de certos ácidos gordos nesta farinha, enquanto o excesso de riboflavina na dieta altera a cor do albúmen para verde.

Para além da aparência, a consistência do albúmen também pode ser influenciada, aquando a ingestão de certos contaminantes, como o vanádio, o qual está associado à redução da quantidade de ovomucina no albúmen denso (Roberts J. R., 2004). Por sua vez, a ovomucina é fundamental para manter a qualidade e frescura do albúmen, dado que é um componente essencial para assegurar a viscosidade e consistência do albúmen denso (Wang, 2019).

2.6.2. Estirpe da poedeira

Entre as várias estirpes comerciais não existem grandes diferenças na qualidade interna dos ovos produzidos, sejam estas, estirpes produtoras de ovos de casca castanha ou de casca branca. No que toca à composição nutricional, ovos oriundos de estirpes distintas são igualmente ricos em nutrientes. Como já foi descrito neste trabalho, um dos poucos fatores qualitativos afetados pela estirpe é a cor da casca, que varia consoante a capacidade de deposição de protoporfirina (pigmento). Estirpes de poedeiras de plumagem castanha têm maior capacidade de deposição e, portanto, produzem ovos de casca castanha, enquanto as estirpes de plumagem branca produzem ovos com casca branca, já que a sua capacidade de deposição de protoporfirina é menor (S.Samiullah & J.R.Roberts, 2015). É de referir também, que os ovos provenientes de galinhas de estirpes castanhas normalmente são maiores, devido ao maior consumo e peso corporal destas (Cruz, 2020). De acordo com Silversides e Scott (2001) e Kocevski (2011) ovos de estirpes castanhas apresentam maior peso, menor percentagem de gema e maior percentagem de albúmen e casca, comparativamente aos ovos provenientes de estirpes brancas.

2.6.3. Idade da poedeira

a) Qualidade da casca

Com o avançar do ciclo produtivo a qualidade da casca do ovo tende a diminuir, uma vez que a espessura e, consequentemente, a resistência diminuem, devido ao aumento do tamanho do ovo (Tůmová & Ketta, 2015). O que sucede é que à medida que o tamanho do ovo aumenta, a capacidade de deposição de carbonato de cálcio por parte do metabolismo da poedeira não acompanha este aumento, ou seja, a mesma quantia de carbonato de cálcio irá ser depositada sobre uma área de superfície maior, originando ovos com menor espessura de casca (Tůmová & Ketta, 2015).

b) Qualidade do Albúmen

O avanço da idade nas poedeiras tem um impacto negativo sobre a qualidade do albúmen. Parâmetros como a altura do albúmen, viscosidade, consistência e consequentemente as unidades Haugh diminuem com o avançar da idade. Esta ocorrência pode estar associada à perda de espessura da casca, e por consequência ao aumento da sua porosidade, a qual proporciona maior libertação de dióxido de carbono do ovo durante a oviposição. Consequentemente, verifica-se um aumento no pH do albúmen o qual induz a perda da altura do albúmen, devido à perda de consistência e viscosidade deste (Brand, 2019). Já Leeson e Caston (1997), consideraram que a perda de consistência e viscosidade do albúmen, pode estar associada à maior absorção de água devido ao fato do ovo permanecer mais tempo do que o normal no útero. Do ponto de vista do produtor, a redução da qualidade do albúmen tem grande impacto sobre a comercialização, sendo que o risco de rejeição do ovo para a entrada no mercado de consumo é maior.

2.6.4. Sistema de Alojamento

O sistema de alojamento é um dos fatores que influencia a qualidade da casca do ovo. Entre os vários sistemas de alojamento, os sistemas em gaiola normalmente contribuem para uma maior quantia de ovos limpos e menor número de ovos partidos. Isto está relacionado com o fato de nos sistemas alternativos haver ovos postos fora do ninho e no chão, o que leva a maior percentagem de ovos sujos, partidos ou fissurados e mais suscetíveis a contaminações microbiológicas (Hamilton, 2021).

Vários estudos indicam que ovos provenientes de sistemas alternativos apresentam maior espessura de casca, mas com menor resistência e porosidade, enquanto que os ovos produzidos em sistemas de gaiola exibem menor espessura, mas maior resistência e porosidade de casca. A partir destes resultados deduz-se que o sistema de alojamento pode influenciar indiretamente, a microestrutura da casca do ovo (Tůmová & Ketta, 2015).

2.6.5. Período de armazenamento e temperatura

a) Qualidade da casca

A temperatura ambiente tem um efeito indireto sobre a qualidade da casca. Temperaturas acima dos 25 ºC reduzem a ingestão de alimento e consequentemente a disponibilidade de

minerais como o cálcio para a formação da casca, resultando na produção de ovos mais pequenos com menos espessura e resistência de casca (Ahmadi, 2011). A permeabilidade da casca também pode ser afetada pela oscilação da temperatura durante o período de armazenamento. Estas variações de temperatura podem provocar condensação na casca, resultando na remoção da cutícula, deixando o ovo mais vulnerável à contaminação microbiológica (Messens, 2005).

b) Qualidade da gema

O efeito do período de armazenamento e temperatura sobre a qualidade da gema está significativamente ligado à subida do pH do albúmen. A aparência, textura e firmeza da gema são as caraterísticas mais afetadas. Períodos de armazenamento extensos e elevadas temperaturas provocam a quebra da estrutura proteica da membrana vitelina tornando-a mais permeável e permitindo a entrada de água na gema. À vista disto, a ocorrência de manchas na gema aumenta e a sua firmeza diminui, tornando-a mais suscetível à contaminação microbiológica e ao rompimento. Este cenário é mais propício quando a temperatura interior do ovo se encontra acima dos 7 ºC. Já a temperaturas extremamente baixas a gema fica com uma textura emborrachada (Ahmadi, 2011).

c) Qualidade do albúmen

A qualidade do albúmen diminui durante o período de armazenamento e a elevadas temperaturas. Num ovo fresco (logo após a oviposição), o pH do albúmen varia entre 7,6 e 7,9. Ao longo do período de armazenamento, o pH do albúmen aumenta devido à perda de dióxido de carbono do ovo, o qual é resultante da hidrólise do ácido carbónico, um dos componentes do sistema tampão do albúmen, resultando na formação de água e dióxido de carbono, os quais difundem-se através dos poros da casca para o exterior (Figueiredo, 2011). Esta reação química, juntamente com a perda da capacidade ligante das ovomucinas e das lisozimas, contribuem para a perda de viscosidade, consistência e altura do albúmen consequentemente diminuindo as unidades Haugh do ovo e a sua qualidade (Grashorn, 2016).

d) Qualidade da câmara de ar

Num ovo fresco, a câmara não pode ter uma largura superior a 6mm. À medida que o ovo envelhece, a câmara de ar aumenta devido à perda de água e dióxido de carbono e, à entrada de oxigénio através dos poros da casca do ovo (Bittencourt, 2022). Este aumento pode ser

minimizado em ambientes de baixa temperatura e elevadas concentrações de dióxido de carbono (Grashorn, 2016).

2.6.6. Doenças

a) Qualidade da casca

As doenças que afetam predominantemente a qualidade da casca são aquelas que afetam a saúde da poedeira e o seu trato reprodutivo. As doenças podem ser de origem bacteriana ou viral, e podem deteriorar a qualidade da casca a nível de textura, cor, espessura e assimetria. A Tabela 11, ilustra as várias doenças e como estas afetam negativamente a qualidade da casca. A doença mais comum que afeta a casca é a bronquite infeciosa, causada por um coronavírus (Roberts J. R., 2011).

Tabela 11: Doenças que afetam a qualidade da casca (Adaptado de: Roberts J. R., 2011)

Doenças	Defeitos físicos no ovo/casca
De origem bacteriana	
Micoplasmose	Casca despigmentada, com extremidades translucidas
Rinotraqueíte	Ovos redondos e pequenos; casca rugosa
Espiroquetose	Prevalência de fezes na casca
De origem viral	
Bronquite Infeciosa	Ovos alongados (assimétricos); casca pálida, mole e fina.
Síndrome da Queda de postura (EDS)	Casca pálida, mole, fina, áspera ou com grânulos; Ovos sem casca.
Síndrome da Cabeça Inchada	Casca mole e fina
Encefalomielite aviaria	Prevalência de fezes na casca
Doença de Newcastle	Casca fina e fraca

b) Qualidade da gema

A qualidade da gema é afetada principalmente pelo vírus da bronquite infeciosa. Numa fase inicial, o vírus só afeta o trato respiratório, mas com o avanço do tempo o vírus pode

alastrar-se, infetando o trato reprodutivo da galinha e causando danos nos ovários comprometendo a formação do ovo e eventualmente a sua qualidade (Awad, 2014). Há estudos que comprovam a diminuição do tamanho da gema em poedeiras infetadas com bronquite infeciosa (Roberts J. R., 2011).

Poedeiras infetadas com coccidiose produzem ovos com gemas pálidas. A coccidiose é causada por um protozoário intestinal e pode afetar severamente o fígado, inibindo-o de absorver e depositar carotenoides na gema. Existem relatos também que o vírus da encefalomielite aviária aumenta o surgimento de manchas de sangue na gema (Ahmadi, 2011).

c) Qualidade do albúmen

Doenças como a bronquite infeciosa, Newcastle, síndrome da queda de postura e a laringotraqueíte infeciosa em poedeiras podem afetar a qualidade do albúmen, diminuindo a sua consistência e, consequentemente as unidades Haugh do ovo (Gerber, 2006).

2.6.7. Stress

a) Qualidade da casca

O stress afeta principalmente a casca do ovo e o processo de formação desta. Fatores como a alta densidade populacional, programas de luz irregulares, perturbações e elevadas temperaturas nos pavilhões provocam stress nas poedeiras (Gerber, 2006). O stress pode aumentar o tempo de retenção do ovo no útero e durante a oviposição, fazendo com que a formação de um ovo se sobreponha à outra, e consequentemente, com que um ovo entre em contacto com o outro no útero, originando ovos achatados e com deformações na casca. Por outro lado, o stress também pode induzir contrações precoces no útero durante o início da formação da casca, dando origem a ovos sem cutícula ou casca, e ovos com cascas deformadas ou despigmentadas (Roberts J. R., 2004).

O stress por calor ou devido a elevadas temperaturas ambientais inibe a ingestão de alimento, limitando a disponibilidade de cálcio necessário para a formação da casca (Roberts J. R., 2004).

3. Materiais e Métodos

3.1. Local de Estágio

O Estágio decorreu na empresa Alimave - Alimentação para Aves, S.A, localizada na freguesia de Antes, no concelho da Mealhada. A Alimave é responsável pela produção de alimentos compostos para animais, nomeadamente para galinhas poedeiras, desde 2005, a qual, é um integrado da CAC II - Companhia de Avícola do Centro, S.A.

A CAC tem um efetivo global de 2.250.000 galinhas poedeiras, nos quatro sistemas de produção, distribuídos por 25 concelhos do país, sendo a produção de ovos, a atividade central do grupo, com explorações próprias de produção, centros de inspeção, classificação e embalamento, dispersas por todo o território nacional em sistema de integração (CAC, 2022).

3.2. Condições de Campo

Em estágio, o acompanhamento da produção de galinhas poedeiras realizou-se nos pavilhões de postura da CAC, anteriormente selecionados, localizados na zona centro e norte do país, nomeadamente nas regiões de Guimarães (Freguesia de São Salvador), Viseu (Mundão), Guarda (Aguiar da Beira) e Mealhada (Casal Comba). O acompanhamento dos bandos e a colheita de dados realizou-se entre os meses de março e agosto. Foram selecionados 4 pavilhões de postura, nomeadamente nos núcleos da Alidouro (Casal Comba), Avibidoeira (Mundão), Cadouço (Aguiar da Beira) e na granja de São Salvador (Guimarães) com as seguintes condições (Tabela 12):

Tabela 12: Condições de campo do estudo realizado

	Alidouro (ALI)	Avibidoeira (AVI)	Cadouço (CAD)	São Salvador (GSS)
Identificação do pavilhão	Pavilhão 1	Pavilhão D	Pavilhão 1	Pavilhão 6
Localização	Mealhada	Mundão	Aguiar da Beira	Guimarães
Sistema de produção	Solo	Solo	Solo	Solo
Equipamento	Big Dutchman	Big Dutchman	Big Dutchman	Big Dutchman
Número de pisos/andares	3	3	3	3

Tipo de ventilação	Ventilação mecânica lateral (pressão negativa)	Ventilação mecânica lateral (pressão negativa)	Ventilação mecânica lateral (pressão negativa)	Ventilação mecânica lateral (pressão negativa)
Estirpe	ISA Brown	ISA Brown	ISA Brown	ISA Brown
Data de nascimento	24/09/2020	24/09/2020	01/10/2020	23/09/2020
Data de entrada no pavilhão de postura (17 semanas)	26/01/2021	22/02/2021	20/01/2021	22/01/2021
Número inicial de aves	35 172	33 177	44 032	29 511

É de referir que estes 4 bandos receberam o mesmo alimento composto fornecido pela empresa integradora (Alimave), no qual eram feitas 7 distribuições de ração por dia, três de manhã e quatro durante a tarde com um período de vazio alimentar (4-5h) entre a manhã e a tarde. Nos sistemas de produção em solo, a distribuição de alimento é mais frequente comparativamente ao de produção em gaiolas, de modo a suprir o gasto energético das aves em consequência de maior atividade (Leentfaar, 2021).

A composição do alimento composto varia consoante as exigências nutricionais da galinha e, portanto, para as diferentes fases de crescimento e consoante o modo de produção, existe um nível de nutrientes recomendável que garante a produtividade do bando. No caso de bandos em sistema de produção de solo, com idade superior a 65 semanas e de acordo com a estirpe em causa (*ISA Brown*), os alimentos compostos são ajustados de modo a fornecerem proteína bruta (teor mínimo de 14 a 15,50%), energia metabolizável (2750 – 2900 kcal), lisina (0,73 – 0,88%), metionina (0,37 – 0,44%) e cálcio (min 3,58 – 4,30%), adaptando-se às necessidades de fim de ciclo produtivo (Hendrix Genetics, 2020).

3.3. Amostragem

Em campo, o ensaio realizou-se pelo acompanhamento semanal destes 4 bandos, através de visitas regulares aos vários núcleos, a partir das 70 semanas de idade, durante os meses de março, abril, maio e junho. Após a averiguação das condições de produção, iniciou-se a recolha dos dados de produção, a qual foi feita quinzenalmente às 76, 78, 80, 82 e às 84 semanas de idade, com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo de cada bando à medida que se aproximavam do final do ciclo produtivo.

Em simultâneo com a avaliação dos parâmetros produtivos, foi efetuada a avaliação da qualidade dos ovos de cada um destes bandos. Esta avaliação foi executada de quatro em quatro semanas, através da recolha de ovos dos respetivos bandos, aquando à chegada destes ao centro de classificação. Foram recolhidos aleatoriamente 20 ovos de cada um dos 4 bandos às 76, 80, e 84 semanas de idade para análise dos parâmetros qualitativos em laboratório, ou seja, 80 ovos analisados por cada uma destas semanas, perfazendo um total de 240 analisados. A Figura 22, ilustra a metodologia das análises efetuadas aos ovos de cada bando, pelos grupos de idade.

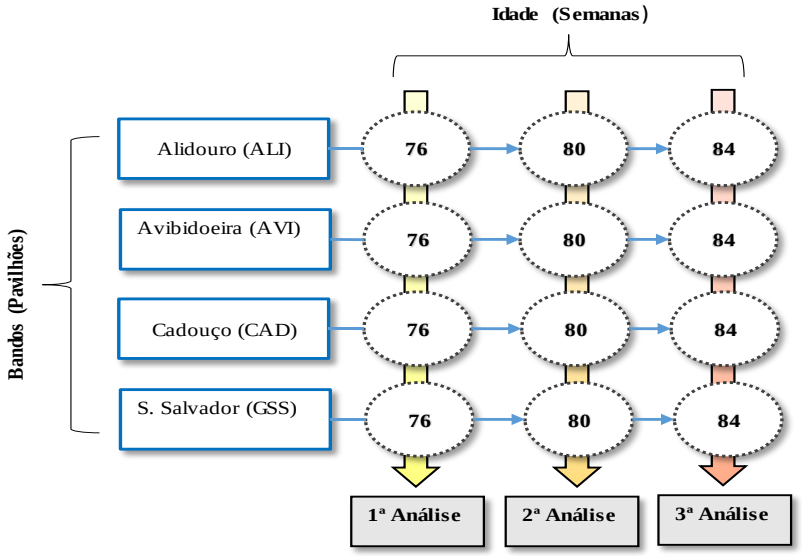

Figura 22: Metodologia de amostragem (bandos e idade das galinhas) para avaliação da qualidade dos ovos

3.3.1. Parâmetros produtivos avaliados

3.3.1.1. Taxa de Postura (%)

A taxa de postura (%) é calculada semanalmente, através da equação ilustrada abaixo. O valor obtido, normalmente é comparado com a taxa de postura standard da respetiva estirpe, na semana de produção em causa, de modo a avaliar o estado produtivo do bando.

Em campo, a taxa de postura para cada bando, foi calculada nas devidas semanas em estudo, nomeadamente às 76, 78, 80, 82 e 84 semanas. A taxa de postura está diretamente relacionada com o número de ovos produzidos e com a mortalidade do bando durante essa semana.

$$(\%)\ Postura = \frac{Nº\ médio\ de\ ovos\ semanal}{Nº\ aves\ existentes} \times 100$$

3.3.1.2. Mortalidade Acumulada (%)

A mortalidade acumulada é calculada através da mortalidade semanal, no qual contabiliza-se o número total de aves mortas por semana e divide-se pelo número de aves existentes do pavilhão (Equação). Para este efeito, a recolha de cadáveres é feita diariamente durante o maneio de rotina de modo a poder fazer este cálculo ao final de cada semana. O valor obtido é comparado com a mortalidade standard dos bandos de modo a controlar o estado do bando e possíveis anomalias.

$$(\%)\ Mortalidade\ Acumulada = \frac{Nº\ total\ de\ aves\ mortas/semana}{Nº\ aves\ existentes} \times 100$$

3.3.2. Parâmetros de qualidade do ovo

Em laboratório, os parâmetros de qualidade do ovo foram analisados através do equipamento DET6500 (*Digital Egg Tester*) da Nabel. O DET6500 (Figura 23) é um equipamento de alta precisão e eficiência, utilizado nas áreas de controlo de qualidade do ovo e investigação, que mede o peso do ovo, as unidades Haugh, o índice de gema, a resistência e espessura da casca e a cor da gema (Nabel, 2022) .

Figura 23: DET6500 (Digital Egg Tester) (Nabel, 2022)

Cada análise tem uma sequência de etapas, que demora aproximadamente 17 segundos por ovo. Esta sequência inicia-se pela pesagem do ovo (g) e de seguida pela medição da resistência da casca (kgf). Posteriormente quebra-se o ovo, colocando o conteúdo, sem romper a gema, num prato transparente disponibilizado pelo equipamento e inicia-se a análise automática à gema e ao albúmen. Por fim, mede-se a espessura da casca (mm). Os resultados de cada amostra são ilustrados no monitor (Figura 24) ao fim de cada análise, e são registados pelo software do equipamento e impressos no final de cada lote de amostragem.

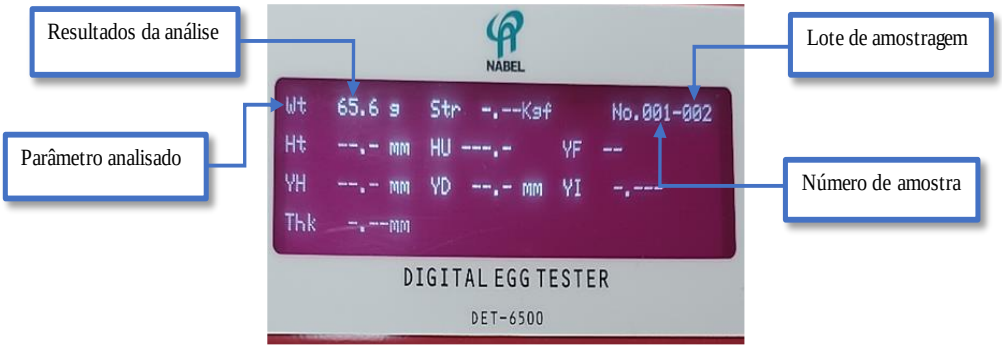

Figura 24: Monitor do equipamento (Nabel, 2022)

3.3.2.1. Determinação do peso do ovo

O peso do ovo foi determinado através da colocação deste na balança do equipamento. A balança deste equipamento, esta ligada a uma célula de carga, que tem uma função automática de ajuste "zero gramas" após cada pesagem. O ovo é poisado horizontalmente na balança até o equipamento apitar, depois de estabilizar um valor (g).

Figura 25: Pesagem dos ovos (Fonte: Original do autor)

3.3.2.2. Determinação da resistência da casca

Após a pesagem do ovo, fez- se a determinação da resistência da casca. A resistência da casca foi determinada através do motor de pulso do equipamento, que efetua a medição da resistência por compressão a velocidade lenta. O motor é constituído por um mecanismo amovível, que comprime o ovo contra uma peça imóvel até que este quebre. O ovo é inserido no medidor horizontalmente, com a extremidade pontiaguda virada no sentido da peça amovível. Inicia-se a medição, e o resultado é obtido no momento em que a casca quebra. O valor é dado em unidades de quilograma-força (kgf).

Figura 26: Medição da resistência da casca (Fonte: Original do autor)

3.3.2.3. Determinação das unidades Haugh

Posteriormente a determinação da resistência da casca, fez-se a determinação das unidades Haugh. As unidades Haugh são automaticamente determinadas pelo equipamento, através do auxílio de feixes paralelos de raio laser e sensores de linha, os quais medem a altura do albúmen (H). Após esta medição, o cálculo da unidade Haugh é feito instantaneamente pelo equipamento, baseando-se nos resultados no peso do ovo e na altura da albúmen, através da aplicação da seguinte formula:

$$HU = 100 \times \log(H - 1.7W^{0.37} + 7.6)$$

Onde: HU - Unidades Haugh; H – Altura da albúmen (mm); W – Peso do ovo (g) (Nabel, 2022).

Após determinar a resistência da casca, o ovo é quebrado para dentro do prato transparente com a concavidade virada para cima e a gema centrada nesta. Com o ovo no prato, verifica-se a parte mais densa do albúmen e vira-se esta em direção ao interior do equipamento. Inicia-se a análise automática e por fim, antes de retirar a amostra, verifica-se a existência de manchas de sangue ou de carne, com auxílio do espelho por baixo do prato transparente.

Figura 27: Medição de unidades Haugh (Fonte: Original do autor)

3.3.2.4. Determinação do índice de gema

A determinação do índice de gema é efetuada em simultâneo com a análise às unidades Haugh. Para alem de medir a altura de albúmen, o método de medição por raios laser também mede a altura e o diâmetro da gema, sendo estes dois, os parâmetros utilizados para calcular o índice de gema. Este cálculo é feito aplicando a equação ilustrada abaixo. O resultado é divulgado instantaneamente pelo equipamento após a análise.

$$YI = \frac{YH}{YD}$$

Onde: YI – Índice de gema (*Yolk Index*); YH – Altura da gema (*Yolk Height*) (mm); YD – Diâmetro da gema (*Yolk Diameter*) (mm).

3.3.2.5. Determinação da pigmentação da gema

A pigmentação da gema é determinada pelo equipamento através do método de medição por sensor RGB, baseada na escala *Rocher*, no qual a coloração é classificada por uma YolkFan. Esta medição é executada por um mecanismo amovível (Figura 28), equipado com um LED branco, localizado acima do prato transparente, que se desloca até a gema e emite um flash de luz branca de modo a determinar a pigmentação da gema. Após este recolher, a análise esta concluída. Esta análise ocorre simultaneamente às duas análises anteriores.

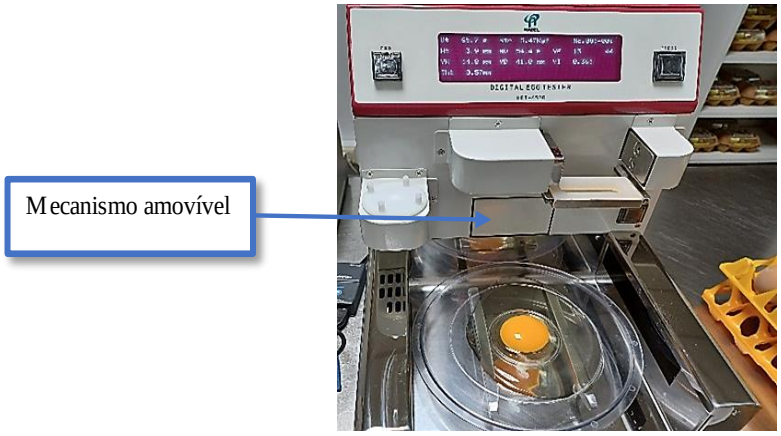

Figura 28: Determinação da pigmentação da gema (Fonte: Original do autor)

3.3.2.6. Determinação da espessura da casca

Após as análises ao conteúdo do ovo, procedeu-se à determinação da espessura da casca. A medição da espessura da casca foi efetuada através do uso de um paquímetro digital (Figura 29), que está ligado ao equipamento. Para este efeito, retirou-se um pedaço de casca de uma das laterias do ovo, sem remover a membrana externa e colocou-se no paquímetro para medir a sua espessura (mm).

Figura 29: Paquímetro digital (Nabel, 2022)

3.3.3. Análise estatística

Os parâmetros produtivos e de qualidade do ovo foram registados numa base de dados de Excel. A análise estatística foi efetuada com recurso ao software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 28. Primeiramente procedeu-se a uma ANOVA, seguida por um teste de Tukey, para avaliar o efeito do fator pavilhão sobre os parâmetros produtivos e qualidade do ovo. Aplicou-se a correlação de *Spearman* (*Rs*) para avaliar as variáveis em função da idade dos bandos. Procedeu-se ainda à correlação de *Pearson* para verificar a correlação entre as variáveis produtivas e de qualidade do ovo. Considerou-se diferenças significativas para 95% de intervalo de confiança ($p<0,05$).

Através do Excel, foram elaborados gráficos de dispersão para cada parâmetro (variável) com ilustração da reta de tendência e respetiva equação.

4. Resultados e Discussão

4.1. Diferenças acumuladas para cada bando para os parâmetros analisados, no período de estudo

Na Tabela 13 e na Tabela 14, estão ilustrados os resultados médios totais dos parâmetros de produção e dos parâmetros de qualidade respetivamente, obtidos pelo teste ANOVA, para cada bando. Para cada parâmetro/variável analisado obteve-se a média e desvio padrão respetivo a cada bando, correspondendo ao período de estudo entre as 76 e 84 semanas.

Tabela 13: Resultados ANOVA entre bandos/pavilhão para os parâmetros produtivos (para 95 % de intervalo de confiança) entre as 76 e 84 semanas

Variáveis	Pavilhão	Média ± DP	Valor - *p*
Postura (%)	ALI	88,55 ± 3,37 **a**	<0,001
	AVI	79,76 ± 6,19 **c**	
	CAD	84,32 ± 3,51 **b**	
	GSS	84,73 ± 5,14 **b**	
Mortalidade	ALI	10,97 ± 4,87 **b**	<0,001
	AVI	19,31 ± 10,24 **a**	
	CAD	10,83 ± 4,97 **b**	
	GSS	17,46 ± 12,07 **a**	

(a; b; c) = Diferenças significativas de acordo com o teste Tukey
Total (N.º de amostras) = 140

Ao analisar-se os parâmetros produtivos (postura e mortalidade), verificou-se diferenças muito significativas entre os 4 bandos ($p<0,001$) de acordo com os resultados obtidos, sendo que a postura (%) foi de 88,55 %, 79,76 %, 84,32 %, e 84,73%, enquanto que a mortalidade foi de 10,97, 19,31, 10,83, e 17,46 respetivamente para os pavilhões ALI, AVI, CAD e GSS (Tabela 13). Conforme esta análise, realizou-se então o teste Tukey de modo a averiguar entre quais bandos é que existiu diferenças de médias significativas para cada variável.

Relativamente a postura (%), é possível verificar que existiram diferenças muito significativas ($p<0,001$) entre grande parte dos pavilhões, exceto entre os pavilhões CAD e GSS ($p>0,05$), os

quais apresentaram taxas de postura idênticas, 84,32 % (± 3,51) e 84,73 % (± 5,14) respetivamente (Tabela 13).

É de notar que a maior diferença se verificou entre os pavilhões ALI e AVI, sendo que, como ilustrado na Tabela 13, o pavilhão ALI demonstrou a maior taxa de postura média entre todos os pavilhões (88,55 % ± 3,37), enquanto o pavilhão AVI demonstrou a menor (79,76 % ± 6,19). Este decréscimo de postura, referente ao pavilhão AVI, pode estar associado a um surto de uma estirpe multirresistente de *E. coli* que foi detetado à semana 76, o qual também acabou por causar um aumento na mortalidade média do bando (Tabela 13). Esta associação está de acordo com Linden (2015) e Stokvis (2022) os quais referem que a *E. coli* é uma das infeções bacterianas mais comuns neste setor, sendo uma das principais causas de elevada mortalidade e baixa produtividade em bandos, no pico e em final de postura. Os principais sinais clínicos são o aumento da mortalidade, sem qualquer outro sinal, em bandos saudáveis e com boa produtividade. Em análises *post mortem,* é possível verificar infeções na cavidade abdominal (peritonites) e no oviduto (salpingites).

Quanto à mortalidade, verificou-se que existiu diferenças muito significativas ($p<0,05$) entre os pavilhões ALI e AVI, CAD e AVI, e GSS e CAD. Os resultados foram semelhantes ($p>0,05$) entre CAD e ALI e GSS e AVI.

À semelhança do pavilhão AVI, o pavilhão GSS também demonstrou uma mortalidade média elevada (17,46 ± 12,07) em relação aos pavilhões ALI e CAD, porém a taxa de postura encontrou-se acima dos 80% (Tabela 13). A elevada mortalidade pode ser explicada também por um surto de *E. coli* detetado às 74 semanas, ainda que seguido por um surto de piolho, que foi detetado às 76 semanas de idade.

Como já referido anteriormente, a *E. coli* é um dos principais contribuintes para o aumento da mortalidade (Linden, 2015). A infestação por piolho também é prejudicial para os bandos, uma vez que pode, não só, afetar a produção de ovos, ganho de peso e o consumo de alimento negativamente, mas também torna o bando mais suscetível a doenças, consequentemente aumentando a mortalidade, como referem diversos autores (Pickworth, 2007; Murillo, 2021).

Importa salientar que a deteção e tratamento destes surtos foi concretizada com eficácia e atempadamente, permitindo assim controlar a evolução da situação, evitando o seu agravamento. Em conjunto com isto, durante o periodo de estudo foi possivel verificar que o pavilhão (GSS) também apresentava otimas condições de higiene e bom maneio, praticado por parte dos técnicos e funcionarios responsáveis, o que pode ter evitado uma queda de postura significativa. Já no pavilhão AVI, pouca atenção era dada às condições sanitárias. A circulação

por parte dos funcionarios entre pavilhões era constante, na ausência do uso de pédiluvios à entrada de cada pavilhão e de rodiluvios à entrada da exploração.

Após verificar e analisar os parâmetros de produção de cada bando, prosseguiu-se à avaliação dos resultados dos parâmetros de qualidade do ovo. A Tabela 14, apresenta os resultados das variáveis de qualidade dos ovos provenientes de cada bando, tendo em consideração as semanas de vida.

Tabela 14: Resultados ANOVA entre bandos/pavilhão para os parâmetros de qualidade (para 95 % de intervalo de confiança) entre as 76 e 84 semanas

Variáveis	Pavilhão	Média ± DP	Valor - *p*
Peso do ovo (g)	ALI	61,75 ± 5,54	0,131
	AVI	63,52 ± 4,94	
	CAD	63,77 ± 5,05	
	GSS	62,70 ± 4,95	
Espessura da casca (mm)	ALI	0,46 ± 0,02	0,175
	AVI	0,45 ± 0,03	
	CAD	0,44 ± 0,03	
	GSS	0,45 ± 0,02	
Resistência da casca (kgf)	ALI	3,34 ± 1,23	0,175
	AVI	3,35 ± 1,08	
	CAD	3,04 ± 1,15	
	GSS	3,50 ± 1,11	
Unidades Haugh	ALI	71,01 ± 9,66 **a**	<0,001
	AVI	71,45 ± 9,64 **a**	
	CAD	74,88 ± 11,77 **a**	
	GSS	65,18 ± 13,25 **b**	
Índice de gema	ALI	0,530 ± 0,18 **a**	0,007
	AVI	0,442 ± 0,06 **b**	
	CAD	0,545 ± 0,21 **a**	
	GSS	0,509 ± 0,19 **ab**	
Pigmentação da gema	ALI	12,22 ± 0,71 **b**	<0,001
	AVI	13,28 ± 1,37 **a**	

	CAD	13,23 ± 1,36[a]
	GSS	12,48 ± 1,12 [b]

(a; b; c) = Diferenças significativas de acordo com o teste Tukey
Total (N.º de amostras) = 240

Relativamente aos parâmetros de qualidade do ovo, entre os 4 bandos verificou-se que o peso do ovo, a espessura da casca e a resistência da casca, não apresentaram diferenças significativas (p>0,05). Já para as unidades Haugh, índice de gema e pigmentação da gema dos ovos, foram observadas diferenças muito significativas (p<0,05) (Tabela 14).

Para as unidades Haugh é possível verificar que só o pavilhão GSS mostrou diferenças significativas (p<0,05) comparativamente aos outros 3 pavilhões. Na Tabela 14, verifica-se que as unidades Haugh média dos ovos provenientes do pavilhão GSS foram de 65,18 (± 13,25), valor que foi inferior ao dos restantes bandos, mas que mesmo assim, corresponde a uma qualidade boa ou intermédia (A). A razão por de trás deste valor inferior pode estar relacionada com a condições de logística e transporte, uma vez que o pavilhão GSS encontra-se localizado a alguma distância do centro de classificação e, portanto, a recolha de ovos da exploração para o centro de classificação não é efetuada diariamente. Isto implica a que os ovos estejam sujeitos a maiores períodos de armazenamento e a variações de temperatura, os quais, são fatores que contribuem negativamente para qualidade interna do ovo (Grashorn, 2016).

Relativamente ao índice de gema, é possível observar na Tabela 14, que as únicas diferenças significativas (p<0,05) observáveis foram entre os pavilhões AVI e ALI e entre CAD e AVI. O valor médio de índice de gema mais baixo pertenceu ao pavilhão AVI (0,442 ± 0,06), já o dos outros pavilhões situou-se entre 0,509 e 0,545. Estes resultados indicam que os ovos provenientes de cada pavilhão, podem ser considerados extra frescos, uma vez que mostraram um índice de gema superior a 0,38 (Nabel, 2022).

No que toca à pigmentação da gema verificou-se que o valor médio para cada pavilhão variou entre 12,22 (± 0,71) a 13,28 (± 1,37) (Tabela 14). Verificou-se também, que existiram diferenças significativas (p<0,05) entre os pavilhões AVI e ALI, CAD e ALI, GSS e AVI, GSS e CAD (Tabela 14). Estas diferenças, apesar de diminutas, podem relacionadas com a ingestão alimento e com a inclusão de pigmentos neste (Gerber, 2006). Porém, como já referido anteriormente, do ponto de vista do consumidor, a cor da gema é um atributo de qualidade, da qual a sua preferência está maioritariamente dependente de fatores culturais (Pintado D. C., 2022) e, portanto, conforme a literatura de diversos autores, em certas zonas da Europa, como é o caso de Portugal, dá-se preferência a gemas de cor mais escura (alaranjada), no qual o valor ronda

de 12 a 14 ou superior (Beardsworth, 2004), sendo que nestes bandos os valores cumprem o pretendido.

4.2. Evolução dos parâmetros produtivos e de qualidade do ovo na fase final de postura

4.2.1. Parâmetros produtivos

A recolha dos dados de produtividade foi efetuada as 76, 78, 80, 82 e 84 semanas. Na Tabela 15 estão ilustrados os parâmetros de produtividade avaliados, sendo estes a taxa de postura (%) e mortalidade acumulada (%), e as médias e desvios padrão, calculados para cada uma das semanas. Quanto ao índice de conversão não foi possível obtê-lo, na medida que não havia registos da ingestão alimentar.

O coeficiente de correlação de *Spearman* (*Rs*) e o valor-*p* de cada variável foram obtidos utilizando o número total de amostras recolhidas ao longo das semanas, para cada variável.

Tabela 15: Resultados da correlação (*Spearman*) entre os parâmetros produtivos e a idade dos bandos (semanas)

Variáveis	Semana 76	Semana 78	Semana 80	Semana 82	Semana 84	*Rs*	Valor-p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Postura (%)	86,99 ± 4,73	85,72 ± 5,32	84,34 ± 5,60	83,06 ± 4,47	81,57 ± 6,40	-0,394**	< 0,001
Mortalidade (%)	0,27 ± 0,09	0,30 ± 0,14	0,34 ± 0,13	0,36 ± 0,14	0,44 ± 0,24	0,254**	0,002

Rs - Coeficiente de correlação de Spearman;
** - A correlação é significativa no nível 0,05;*
*** - A correlação é significativa no nível 0,01.*

4.2.1.1. Taxa de Postura (%)

Na Tabela 15 é possível observar a taxa de postura média (%) dos bandos em estudo, ao longo de cada semana. É de notar que para cada semana, os valores encontraram-se sempre acima dos 80%, o que é considerado um excelente desempenho produtivo (Valbuena, 2020). É também de

constatar que a taxa de postura (%) diminui gradualmente a cada semana, ocorrendo um decréscimo de 86,99 % (± 4,73) à semana 76, para 81,57 % (± 6,40) à semana 84. Recorrendo a Tabela 15, observa-se que existiu uma correlação moderada e negativa (*Rs* = -0,394), ou seja, a taxa de postura diminui em função do aumento da idade (semanas). Esta correlação foi muito significativa (p<0,001).

Ao consultar-se a Figura 30, é possível averiguar a evolução da taxa de postura (%) em relação à idade (semanas) das poedeiras.

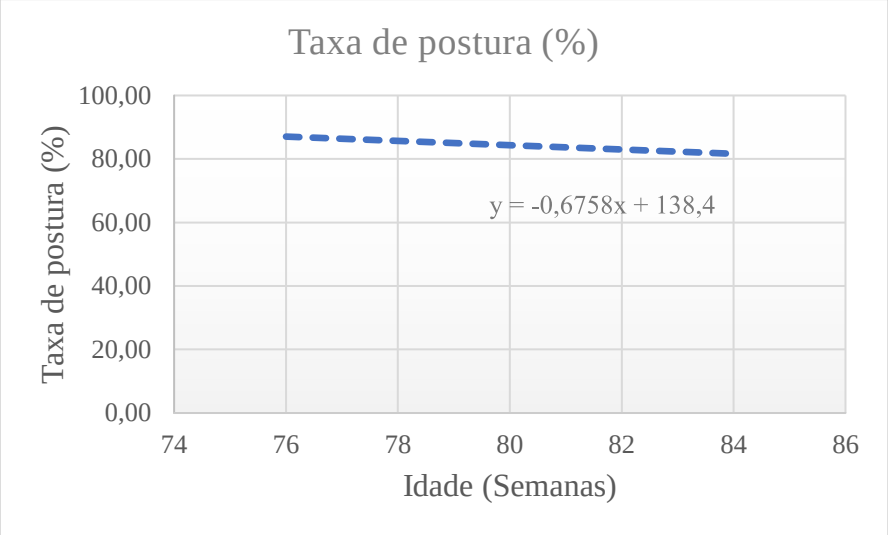

Figura 30: Evolução da taxa de postura (%) com a idade (semanas) das poedeiras

Consoante a equação da reta (Figura 30), verificou-se um declive negativo (-0,6758), e que a postura diminui 0,6758% por semana. De acordo com Ahmad (2011), a idade da ave é um dos principais fatores responsáveis pelo decréscimo da produção de ovos. A taxa de postura por norma mantem-se constante até as poedeiras atingirem as 60 semanas de idade, antes de iniciar o declínio.

Este declínio, não está somente relacionado com a idade, mas também com alterações fisiológicas e metabólicas que esta traz, as quais são caraterizadas pela muda de penas das aves em final de postura. A muda de penas em bandos velhos é caraterizada por um período de rejuvenescimento corporal e metabólico e de cessação reprodutiva (Hy-Line, Technical Update, 2019), o qual explica a queda de postura em bandos velhos.

4.2.1.2. Mortalidade Acumulada (%)

Após a análise da taxa de postura, procedeu-se à interpretação dos resultados obtidos para a mortalidade acumulada, onde se verificou, que a mortalidade acumulada média aumentou gradualmente a cada semana (Tabela 15), respetivamente de 0,27 % (± 0,09) à semana 76, 0,30 % (± 0,14) à semana 78, 0,34 % (± 0,13) à semana 80, 0,36 % (± 0,14) à semana 82 e finalmente a 0,44 % (± 0,24) à semana 84. Importa frisar que estes valores não se traduzem em mortalidades elevadas, pelo contrário, a mortalidade encontrou-se abaixo da margem de valores padrão (0,8 – 1,5 %) (Samkange, 2020). Na Tabela 15, verificou-se que existiu uma correlação positiva (Rs = 0,254) entre a mortalidade e a idade das aves, ou seja, a mortalidade aumentou em função da idade. Esta correlação foi estatisticamente significativa (p<0,001).

Através da Figura 31, é possível acompanhar a evolução da mortalidade acumulada (%), consoante a idade (semanas) dos bandos.

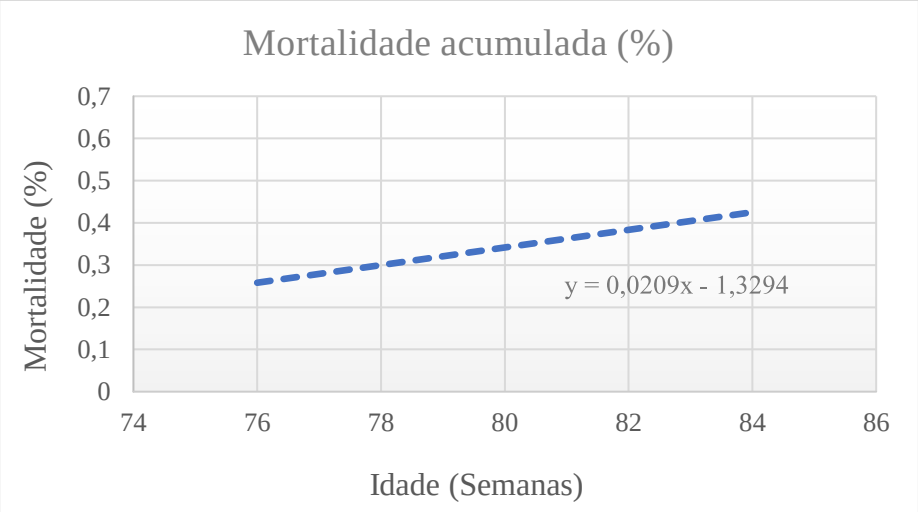

Figura 31: Evolução da mortalidade acumulada (%) com a idade (semanas) das poedeiras

Segundo a Figura 31 e a respetiva equação da reta, aferiu-se que a cada semana a mortalidade acumulada (%) aumentou 0,0209 %, deduzindo assim que, a mortalidade aumentou à medida que as aves foram envelhecendo. Esta apreciação está em conformidade com diversos autores (Perreira, 2010), os quais referem também que o aumento da mortalidade, em bandos com mais de 60 semanas de idade, pode estar associado ao esgotamento fisiológico da ave.

4.2.2. Parâmetros de qualidade

Na Tabela 16 estão ilustrados os resultados obtidos para cada parâmetro de qualidade avaliado. Calculou-se individualmente a média e desvio padrão para cada variável, nomeadamente para o peso do ovo (g), espessura (mm) e resistência da casca (kgf), unidades Haugh, índice e pigmentação da gema, para cada semana em estudo, respetivamente às 76, 80 e 84 semanas. O coeficiente de correlação (Rs) e valor-*p* estão ilustrados para cada variável.

Tabela 16: Resultados da correlação (*Spearman*) entre os parâmetros de qualidade do ovo e a idade do bando (semanas)

Variáveis	Semana 76	Semana 80	Semana 84	*Rs*	Valor-p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Peso do ovo (g)	62,56 ± 4,84	61,69 ± 4,95	64,57 ± 5,31	0,173**	0,007
Espessura da casca (mm)	0,47 ± 0,28	0,45 ± 0,31	0,44 ± 0,28	-0,395**	<0,001
Resistência da casca (kgf)	3,52 ± 0,99	3,43 ± 1,26	2,98 ± 1,13	-0,187**	0,004
Unidades Haugh	70,08 ± 9,84	74,71 ± 11,24	67,11 ± 12,57	-0,076	0,240
Índice de gema	0,413 ± 0,09	0,623 ± 0,18	0,482 ± 0,17	0,150*	0,020
Pigmentação da gema	12,43 ± 0,76	12,15 ± 0,87	13,84 ± 1,34	0,414**	<0,001

Rs - Coeficiente de correlação de Spearman;
** - A correlação é significativa no nível 0,05;*
*** - A correlação é significativa no nível 0,01.*

4.2.2.1. Peso do ovo

Ao avaliar o peso médio do ovo (g) para cada semana, verificou-se que este variou ao longo do tempo, diminuindo ligeiramente entre a semana 76 (62,56 g ± 4,84) e 80 (61,69 g ± 4,95) e tendo um aumento considerável à semana 84 (64,57 g ± 5,31), como ilustrado na Tabela 16. Esta variação pode estar associada à dieta das poedeiras. De acordo com uma publicação da Hy-Line (2018), hoje em dia as dietas das estirpes comerciais são cada vez mais especificas, proporcionando maior controle sobre o peso do ovo por parte dos produtores de modo reduzir os efeitos de fatores como a idade e possibilitando melhor enquadramento dos ovos numa classe

de peso. Segundo os resultados obtidos, é de notar que os ovos se enquadraram nas classes de peso M (≥ 53 e < 63) e L (≥ 63 e < 73).

Na Figura 32, está ilustrada a evolução do peso do ovo médio (g) com o avanço da idade (semanas).

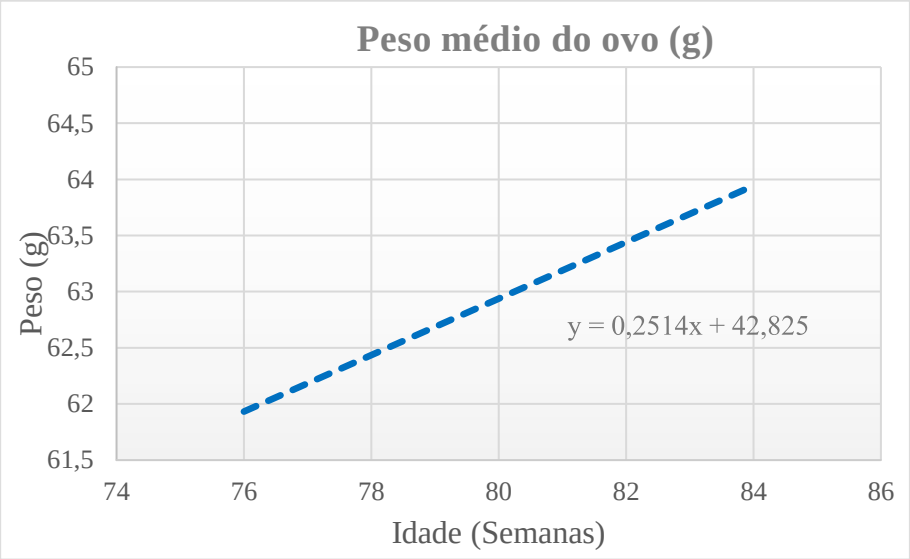

Figura 32: Evolução do peso do ovo (g) com a idade (semanas) das poedeiras

Ao analisar-se o gráfico e a equação da reta (y = 0,2514x + 42,83), verifica-se que esta tem um declive positivo (0,2514), e que a cada semana, o peso do ovo aumenta 0,2514 g, ou seja, observa-se que o peso do ovo aumenta com a idade da poedeira conforme referem diversos autores (Tůmová & Ketta, 2015; Cruz, 2020).

Como se pode observar na Tabela 16, existe uma correlação muito significativa ($p<0,001$) entre o peso do ovo (g) e a idade (semanas) das poedeiras. Provou-se que o peso do ovo aumentou significativamente com a idade, ainda que com uma correlação fraca, porém positiva (Rs = 0,173).

4.2.2.2. Espessura e resistência da casca

Em conformidade com os resultados ilustrados na Tabela 16, verificou-se que a espessura da casca do ovo diminuiu gradualmente a cada semana, podendo-se observar um decréscimo de 0,02 mm entre a semana 76 (0,47 mm ± 0,28) e a semana 80 (0,45 mm ± 0,31) e de 0,01 mm entre esta última e a semana 84 (0,44 mm ± 0,28). É de referir que a espessura média da casca para cada semana encontrou-se acima dos 0,40 mm, o que significa que os ovos demonstraram ter boa qualidade de casca (Icken, 2006). É possível averiguar este decréscimo

na Figura 33, a qual demonstra o comportamento da espessura da casca do ovo em função da idade (semanas) da poedeira.

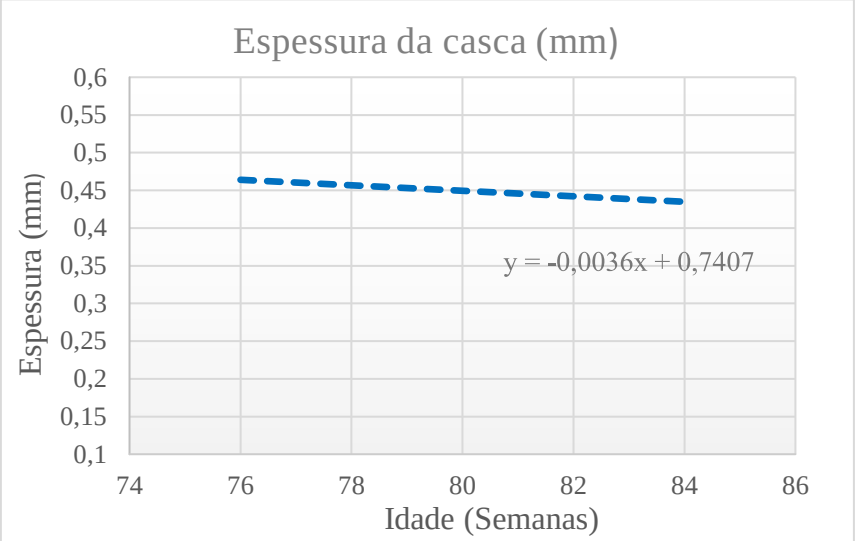

Figura 33: Evolução da espessura da casca (mm) do ovo com a idade (semanas) das poedeiras

De acordo com a equação da reta (y = -0,0036x + 0,7407), verifica-se um declive negativo (-0,0036), o qual indica que a espessura da casca decresce 0,0036 mm a cada semana. Juntamente a esta interpretação, verificou-se existir uma correlação altamente significativa ($p<0,001$) entre a espessura da casca (mm) dos ovos e a idade (semanas) das poedeiras, no qual o coeficiente de correlação (Rs) foi de -0,395, o qual demonstra haver uma correlação moderada e negativa, ou seja, à medida que a idade aumentou, a espessura da casca diminuiu (Tabela 16). Estes resultados estão de acordo com vários autores (Park, 2018; Molnár, 2016), os quais referem-se à idade da ave, como sendo um dos fatores principais contribuintes para a perda da espessura da casca e determinante para o abate do bando.

À semelhança da espessura, a resistência da casca do ovo (kgf) também decresceu progressivamente ao longo do período em análise, como se pode observar na Tabela 16. Verificou-se que os valores médios da resistência da casca à semana 80 (3,43 kgf ± 1,26) e à semana 84 (2,98 kgf ± 1,13), encontraram-se abaixo do valor de resistência ideal (≥3,50 kgf), o que indica que grande parte dos ovos possuía uma casca pouco resistente (Yoshida, 2021) . Na Figura 34, ilustrou-se o comportamento da resistência da casca (kgf) do ovo com o avanço da idade das poedeiras.

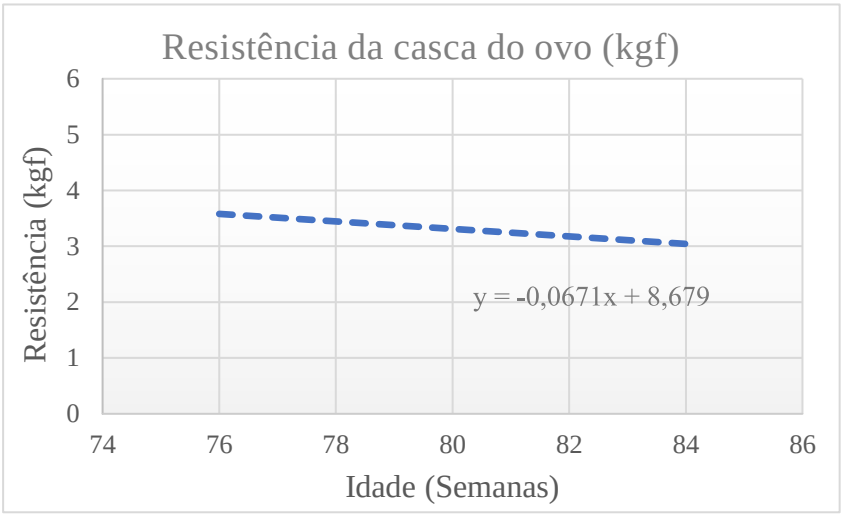

Figura 34: Evolução da resistência da casca (kgf) do ovo com a idade (semanas) das poedeiras

Conforme a Figura 34, observou-se que a cada semana, a resistência da casca do ovo diminui 0,0671 kgf e que a reta possuiu um declive negativo (-0,0671). Existiu uma correlação fraca e negativa (Rs = -0,187), todavia muito significativa (p = 0,004), entre a resistência da casca (kgf) do ovo e a idade (semanas) das poedeiras (Tabela 16). Estes resultados indicam que a resistência da casca dos ovos diminui conforme o aumento da idade das aves. Conforme diversos autores (Benavides-Reyes, 2021; Gous, 2014), este facto surge devido à redução da absorção de cálcio e ao aumento do tamanho do ovo, à medida que as semanas passam. Outra das razões, pode estar associada às alterações da microesturutra das membranas da casca do ovo tambem devido à idade da ave (Benavides-Reyes, 2021).

4.2.2.3. Unidades Haugh

As unidades Haugh dos ovos analisados para cada semana variaram notavelmente (Tabela 16), podendo-se verificar um aumento da semana 76 (70,08 ± 9,84) para a semana 80 (74,71 ± 11,24), e um decréscimo acentuado à semana 84 (67,11 ± 12,57), o qual pode estar relacionado com o período de armazenamento e temperatura ao qual o lote foi submetido (Grashorn, 2016). A evolução das unidades Haugh consoante a idade (semanas) das poedeiras está ilustrada na Figura 35.

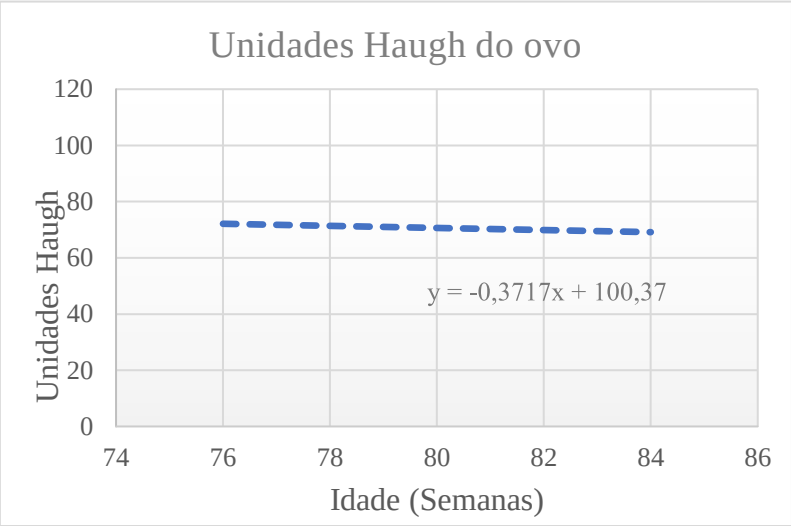

Figura 35: Evolução das unidades Haugh do ovo com a idade (semanas) das poedeiras

A Figura 35 e a respetiva reta (y = -0,3717x + 100,37) demonstraram existir um ligeiro decréscimo das unidades Haugh em função da idade, porém a correlação entre ambas as variáveis (*Rs* = -0,075) não foi estatisticamente significativa (p>0,05).

4.2.2.4. Índice de gema

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 16) grande parte dos ovos avaliados enquadraram-se na categoria de extra frescos, uma vez que os valores médios semanais de índice de gema encontraram-se acima dos 0,38 (Nabel, 2022), o que indica que os ovos possuíam boa qualidade interior. Verificou-se que, para cada semana, o índice de gema médio variou de 0,413 (± 0,09) às 76 semanas, para 0,623 (± 0,18) às 80 semanas e para 0,482 (± 0,17) às 84 semanas, e que a tendência foi que este aumentasse ao longo do tempo (Figura 36).

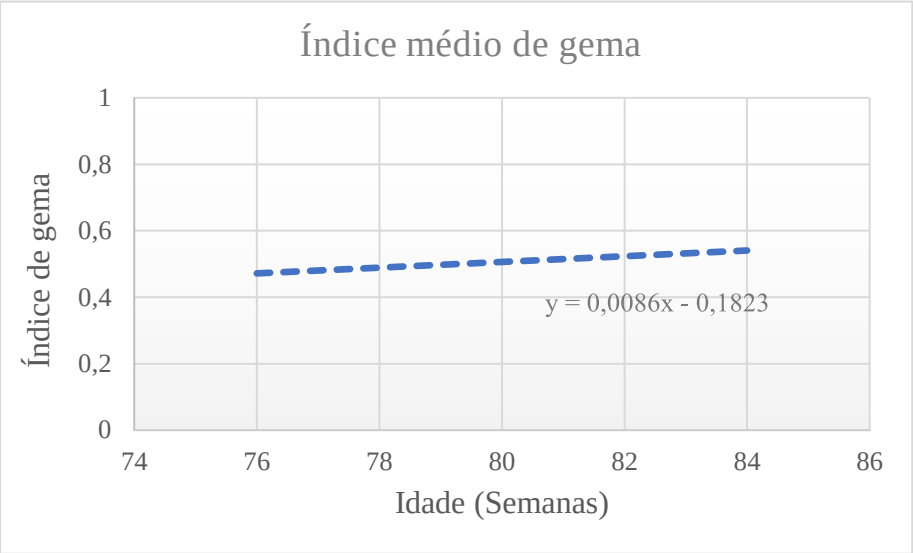

Figura 36: Evolução do índice de gema do ovo com a idade (semanas) das poedeiras

Através da Figura 36, é possível observar que o índice de gema aumentou ao longo das semanas e, conforme ilustra a equação da reta de tendência (y = 0,0086x – 0,1823), esse aumento foi de 0,0086 unidades por semana. Segundo o coeficiente obtido (Rs = 0,150) verificou-se uma correlação positiva entre o índice de gema e a idade (semanas) das galinhas (Tabela 16), sendo que a correlação foi significativa ($p<0,05$). Vários autores (Padhi, 2013; Marzec, 2018), referem que a idade tem influência sobre o índice de gema, porém os resultados que estes obtiveram foram diferentes, uma vez que, os valores do índice de gema dos ovos decresceram com o avanço da idade em poedeiras comerciais.

Um dos motivos para este decréscimo está relacionado com o tempo de armazenamento a que os ovos foram submetidos, o qual, se prolongado, tem um efeito negativo. Segundo Marzec (2018), a interação entre a idade da ave e o periodo de armazenamento tem um impacto significativo sobre o índice de gema. Durante o período de armazenamento, ovos provenientes de galinhas jovens conseguem reter a qualidade interior durante mais tempo, comparativamente aos ovos provenientes de galinhas velhas (>70 semanas), isto porque, estes últimos, possuem menor espessura de casca e simultaneamente maior permeabilidade, permitindo maior perda de dióxido de carbono e humidade do interior para o exterior do ovo, acelerando a degradação da qualidade da gema. Esta degradação é caraterizada pela quebra da estrutura proteica da membrana vitelina, pelo seu enfraquecimento e distensão, o que acaba por afetar a constituição física da gema (firmeza, textura, altura e diâmetro) (Ahmadi, 2011).

Durante o período de análise laboratorial deste trabalho, ao avaliar a qualidade interior, foi possivel ver que certos ovos possuiam gemas maiores. Ao efetuar-se as medições para o índice

de gema, verificou-se que o diâmetro da gema desses ovos tinha aumentado significativamente, porém, a altura da gema dos mesmos tinha diminuido. Nestes ovos, foram observados menores índice de gema.

Marzec (2018), tambem verificou uma a correlação negativa superior entre o periodo de armazenamento e o índice de gema, comparativamente à idade das aves, ou seja, a manutenção da qualidade da gema esta mais relacionada com as condições de armazenamento dos ovos do que com a idade da ave.

Portanto, a razão para o aumento do índice de gema verificado (tabela 16), pode estar associado a boas condições de armazenamento, a que os ovos foram sujeitos, previamente à classificação.

4.2.2.5. Pigmentação da gema

Conforme os resultados apresentados na Tabela 16, verificou-se que os valores médios para a pigmentação da gema variaram entre os 12 e 13, os quais demonstram que grande parte dos ovos analisados possuíram gemas de cor alaranjada. Entre as semanas 76 e 80, verificou-se um decréscimo ligeiro, respetivamente de 12,43 (± 0,76) para 12,15 (± 0,87), enquanto que às 84 semanas observou-se um aumento considerável na cor da gema 13,84 (± 1,34). Demonstrado na Figura 37, está a evolução da pigmentação da gema dos ovos analisados, em função da idade (semanas) dos bandos.

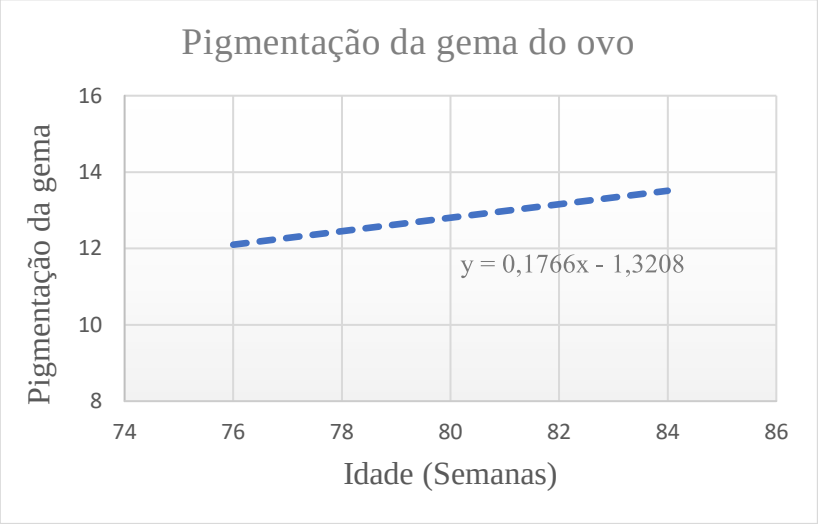

Figura 37: Evolução da pigmentação da gema do ovo com a idade (semanas) da poedeira

Segundo a equação da reta (Figura 37), verificou-se que esta possui um declive positivo (0,1766), e que a pigmentação da gema aumentou 0,1766 unidades a cada semana. Em conjunto

com isto, o coeficiente de correlação de Spearman foi igual a 0,414 (Tabela 16), o qual revelou a existência de uma interação positiva entre a pigmentação da gema e a idade, o que indica que a cor da gema aumentou com a idade das aves. A correlação foi altamente significativa ($p<0,001$). Estes resultados estão em conformidade com os achados de Maciel (2011), o qual verificou que a cor da gema aumentou com a idade das poedeiras. De acordo com Maguregui (2020), a idade da ave é um dos fatores secundários que pode afetar a pigmentação da gema.
Dito isto, e sabendo que o fator mais influente sobre a cor da gema é o conteudo de carotenoides proveniente da alimentação (Gerber, 2006), admite-se que a idade pode contribuir indiretamente para o aumento da pimentação da gema, uma vez que, por norma, à medida que as galinhas envelhecem, a capacidade de ingestão alimentar aumenta, consequentemente aumentando a ingestão de pigmentos (Seemann, 2000).

4.2.3. Variação entre os parâmetros de produção e qualidade

Pela correlação de *Pearson* verificou-se o grau de relação entre os parâmetros produtivos e entre os parâmetros de qualidade. Para os parâmetros produtivos a correlação foi fraca e negativa ($r = -0,131$), porém, não foi significativa ($p>0,05$), logo, concluiu-se que não existiu correlação entre a postura (%) e a mortalidade dos bandos. Deste modo, pode-se assumir que a mortalidade não teve qualquer influência sobre a produtividade das aves.
A Tabela 17, demonstrou os resultados das comparações múltiplas entre os parâmetros de qualidade, obtidos após efetuar a correlação de *Pearson*. O número total de amostras ($N = 240$) representou todos os dados adquiridos após as analises efetuadas à qualidade do ovo, durante as 76, 80 e 84 semanas.

Tabela 17: Resultados da correlação (Pearson) entre os parâmetros de qualidade

Variáveis	*Peso do ovo (g)*	*Espessura da casca (mm)*	*Resistência da casca (kgf)*	*Unidades Haugh*	*Índice de gema*	*Pigmentação da gema*
Peso do ovo (g)						
Espessura da casca (mm)	-0,03 0,647					
Resistência da casca (kgf)	0,003 0,962	0,374** <0,001				
Unidades Haugh	-0,016 0,803	-0,012 0,855	0,013 0,836			
Índice de gema	-0,008 0,902	-0,105 0,103	-0,199** 0,002	0,249** <0,001		
Pigmentação da gema	0,277** <0,001	-0,256** <0,001	-0,076 0,241	-0,195** 0,002	-0,254** <0,001	

Total (N.º de amostras) = 240
*** = Correlação é siginificativa no nível 0,01*

= Coeficiente de correlação de Pearson (r)
= Valor - p

Conforme os resultados apresentados na Tabela 17, verificou-se uma correlação positiva entre o peso do ovo e a pigmentação da gema (r = 0,277), entre a espessura da casca e a resistência da casca (r = 0,374), e entre as unidades Haugh e o índice de gema (r = 0,249). Por outro lado, existiu uma correlação negativa entre a espessura da casca e a pigmentação da gema (r = -0,256), entre a resistência da casca e o índice de gema (r = -0,199), entre a pigmentação da gema e as unidades Haugh (r = -0,195), e entre o índice de gema e a pigmentação da gema (r = -0,254). Os resultados descritos foram altamente significativos (p<0,001).

De acordo com as correlações obtidas, foi possível verificar que a pigmentação da gema aumentou juntamente com o peso do ovo, tal como as observações de Şekeroğlu (2008), o qual também verificou uma correlação positiva significativa entre o peso do ovo e a pigmentação da gema. A mesma interação foi verificada entre a espessura da casca e a resistência da casca, verificando-se que esta ultima foi maior, consoante o aumento da espessura da casca, conforme indicam diversos autores (Tůmová M. K., 2018; Kibala, 2015; Yan, 2014). A existência deste aumento pode estar associada ao incremento do conteudo de cálcio na ração, efetuado em poedeiras em final de postura, a partir das 74 semanas, de modo a evitar a degradação da qualidade da casca.

Já entre a espessura da casca e a pigmentação da gema, foi observado o contrário, verificando-se que a pigmentação da gema diminuiu quando a casca do ovo é menos espessa. Vários estudos indicam não existir uma correlação entre estes parâmetros (Sarica, 2012; Attia, 2014), contudo, o decréscimo da pigmentação da gema pode estar relacionado com o aumento da permeabilidade da casca, em simultâneo com a diminuição da sua espessura (Brand, 2019). O aumento da permeabilidade da casca pode favorecer a entrada de substâncias provenientes da alimentação, como é o caso do gossipol e dos taninos, os quais induzem a descoloração da gema ou o surgimento de manchas (*yolk mottling*) durante a formação do ovo (Karunajeewa, 2019). Semelhantemente, foi observada a mesma interação entre a resistência da casca e o índice de gema. Nos ovos com menor resistênçia de casca, occoreram decréscimos no índice de gema. Este cenário também pode ser explicado pelo aumento da porosidade da casca, o qual permite maior perda de dióxido de carbono e de humidade do interior do ovo para o exterior, consequentemente acelerando a degradação da qualidade interior do ovo (Grashorn, 2016), nomeadamente no decrescimo das unidades Haugh e índice de gema.
Segundo os resultados obtidos (Tabela 17) também se verificou que o índice de gema foi superior em ovos com unidades haugh elevadas, o qual é sinónimo de ovos frescos e de boa qualidade. As mesmas correlações foram observadas por Marzec (2018) e Sreenivas (2013).

Por outro lado, verificou-se que a redução das unidades Haugh e o índice de gema, se ligam a redução da pigmentação da gema. Attia (2014), também verificou correlações negativas entre as unidades Haugh e a cor da gema, e entre o índice de gema e a cor desta, porém não foram consideradas, uma vez que não eram estatisticamente significativas ($p>0,05$). A razão pela redução da cor da gema, pode também estar ligada a periodos de armazenamento extensos e a oscilações de temperatura a que os ovos foram sujeitos. Como já referido anteriormente, o efeito destes fatores sobre a qualidade da gema está relacionado com a subida do pH do albúmen e com a deterioração da membrana vitelina (Ahmadi, 2011). O aumento do pH do albúmen é caraterizado pela perda de viscosidade e pela redução das unidades Haugh (Grashorn, 2016). Simultaneamente, a quebra da membrana vitelina torna-a mais permeável, permitindo a entrada de água e de albumén para o interior da gema, os quais podem provocar a descoloração da gema.

5. Conclusão

Verificou-se, na generalidade, que o aumento da idade das poedeiras teve uma influência negativa sobre os parâmetros de produção e sobre a qualidade do ovo. Ainda que em condições idênticas de alojamento (sistema, ventilação, equipamento) e ainda com a mesma estirpe, o maneio e as possíveis condições circundantes de higiene e biossegurança, influenciaram os parâmetros produtivos significativamente, o que foi demonstrado pelos problemas sanitários nos bandos AVI e GSS.

No geral, verificou-se uma queda de postura (%) e um aumento da mortalidade durante o período de estudo nos 4 bandos, porém, foi possível verificar que, mesmo em final de postura, as aves mantiveram um bom desempenho produtivo, não obstante, do facto do aumento da mortalidade, o qual, caso excedesse valores aceitáveis, poderia ter sido um fator decisivo para o abate do bando. Para isto, também teria sido interessante avaliar o índice de conversão alimentar dos bandos, pois este fator tem um peso relevante na produtividade (rentabilidade) do bando.

Relativamente à qualidade do ovo, verificou-se que a qualidade externa, nomeadamente a espessura e resistência da casca do ovo, diminuíram ao longo do período de estudo, contudo, mantiveram valores aceitáveis, muito certamente, devido à suplementação de cálcio e de outros nutrientes a partir das 74 semanas de idade das poedeiras, o que influenciou a manutenção da qualidade da casca. Todavia, às 84 semanas de idade, verificou-se que a resistência da casca dos ovos encontrou-se abaixo do valor ideal (≥3,50 kgf), comprometendo assim, a continuação da produção, uma vez que, a qualidade da casca do ovo é um fator determinante para a decisão de abate do bando. Para fundamentar esta decisão, também teria sido uma maior valia ter acesso ao número de ovos triados dos 4 bandos, o que não aconteceu, permitindo assim, averiguar o número de ovos partidos/fissurados em relação ao número total de ovos postos, de modo a obter a percentagem de perda de ovos.

Em relação à qualidade interna dos ovos, verificou-se um aumento no índice e na pigmentação da gema com a idade dos bandos, enquanto que, não foram obtidos resultados significativos para as unidades Haugh, contudo, de acordo com os valores médio obtidos, confirmou-se que a qualidade interna dos ovos foi assegurada. Através destes resultados, foi possível ver que a idade da ave não afeta por si só a qualidade interna do ovo, mas sim, a conjunção desta com outros fatores como, a alimentação e principalmente com as condições de armazenamento (duração, temperatura e humidade) dos ovos.

Dito isto, ao verificar-se correlações significativas entre os parâmetros de qualidade exterior e interior dos ovos, foi evidente o impacto da interação entre a idade da ave e as condições de armazenamento dos ovos. Chegou-se à conclusão que, a deterioração da qualidade da casca, nomeadamente o decréscimo de espessura, resistência e principalmente o aumento da permeabilidade da casca, influência negativamente a qualidade interior do ovo.

Posto isto, com este trabalho, primeiramente, foi possível verificar que em final de postura (>70 semanas), a produtividade (rentabilidade) dos bandos começa a decrescer, devido a fatores como o desgaste fisiológico, períodos de manutenção corporal e ao aumento da suscetibilidade a doenças. Porém, com um maneio rigoroso, boas práticas de higiene e biossegurança nas explorações, é possível obter bons resultados produtivos.

Segundo, em final de postura, após a oviposição, a capacidade de manutenção da qualidade dos ovos é menor, uma vez que, à medida que a poedeira envelhece, a espessura da casca diminui em simultâneo com o aumento da sua permeabilidade, deixando o conteúdo do ovo mais suscetível à degradação. Este processo é agravado com más condições de armazenamento, nomeadamente, temperaturas elevadas e alto teor de humidade, mais penalizante em função do tempo.

Seria de grande relevância, fundamentar as alterações da qualidade interior do ovo em função das condições de armazenamento, de modo a propor à empresa melhorias a esse nível, ainda que, o tempo de armazenamento dependa de fatores ligados ao mercado.

A experiência prática do contacto com uma empresa de produção de ovos da dimensão da CAC foi muito importante, apesar de alguns constrangimentos no fluxo de informação.

6. Bibliografia

Abeyrathne, E. (2013). Poultry Science Association Inc. *Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents: A Review*. doi:https://doi.org/10.3382/ps.2013-03391

AgroNews, M. (2022). *Setor das aves (galináceos, patos e perus)* (Vol. 11). Obtido de https://www.millenniumbcp.pt/pt/apoio_as_empresas/solucoes-setorais/Documents/Millennium_AgroNews11.pdf

Ahmad, A. (2011). Journal of Applied Poultry Research. *Egg production forecasting: Determining efficient modeling approaches*. doi:https://doi.org/10.3382/japr.2010-00266

Ahmadi, F. (2011). World Applied Sciences Journal. *Factors Affecting Quality and Quantity of Egg Production in Laying Hens: A Review*. Obtido de https://idosi.org/wasj/wasj12(3)/21.pdf

ANAPO. (2021). O Ovo. *Formação, estrutura e composição do ovo*. Obtido de https://www.anapo.pt/formacao-e-estrutura

Araujo, W. (2011). Embrapa Suínos e Aves. *Programa de luz na avicultura*. Obtido de https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42481/1/Paginas-de-CFMV-52.pdf

Attia, Y. A. (2014). Italian Journal of Animal Science. *Evaluation of quality andnutrient contents of tableeggs from different sourcesin the retail market*. Obtido de https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.4081/ijas.2014.3294?needAccess=true&role=button

Awad, F. (2014). World's Poultry Science Journal. *An overview of infectious bronchitis virus in chickens*. doi:https://doi.org/10.1017/S0043933914000385

Beardsworth, P. M. (2004). International Poultry Production. *Yolk Colour: An important egg quality attribute*. Obtido de http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/pp12.5p17.pdf

Benavides-Reyes, C. (2021). Poultry Science. *Changes in eggshell quality and microstructure related to hen age during a production cycle*. Obtido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121003217#bib0002

Big Dutchman. (2022). Egg Production. *Enriched Colony Systems*. Obtido de https://www.bigdutchman.com/en/egg-production/news/photos/enriched-colony-systems/

Bittencourt, F. (2022). aviNews International. *The Air Cell of the Egg*. Obtido de https://avinews.com/en/download/the-air-cell-aviNews-Int-June-2022.pdf

Braak, T. v. (2019). Hendrix Genetics. *An egg a day, oviposition explained*. Obtido de https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/egg-day-oviposition-explained/

Brand, H. v. (2019). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. *Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development*. doi:10.1111/jpn.13240

Buyse, J. (2014). World's Poultry Science Journal. *Importance of albumen during embryonic development in avian species, with emphasis on domestic chicken*. doi:doi:10.1017/S0043933914000567

CAC, G. (2022). *Sobre Nós*. Obtido de CAC II- Companhia Avícola do Centro: https://grupocac.pt/

Caston, S. L. (1997). Poultry Science. *A Problem with Characteristics of the Thin Albumen in Laying Hens*. doi:https://doi.org/10.1093/ps/76.10.1332

Conselho da União Europeia. (1999). Jornal Oficial das Comunidades Europeias. *Diretiva 1999/74/CE do Conselho, 203/ 53-57*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0074&qid=1659017641545&from=EN

Crespo, R. (2022). Biotecnología en el Setor Agropecuario y Agroindustrial. *El huevo de gallina y su procesamiento industrial: una revisión*. doi: https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n1.2022.1438

Cruz, C. d. (2020). Evonik Animal Nutrition. *Correctly managing layer nutrition and weight is essential part of achieving correct egg size*. Obtido de https://www.wattagnet.com/articles/41618-correctly-managing-layer-nutrition-and-weight-is-essential-part-of-achieving-correct-egg-size

Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril. (s.d.). Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. *Diário da República - I SÉRIE-A*. Obtido de https://files.dre.pt/1s/2003/04/088a01/00970102.pdf

DGAV. (2021). Manual de Recomendações de Bem-Estar Animal da CAP. *Galinhas Poedeiras*. Obtido de https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2021/03/Manual-de-recomendacoes-de-BEA-da-CAP_Galinhas-poedeiras.pdf

DGAV. (2021). Ovos e Ovoprodutos. *Marca de identificação*.

Ellis, M. R. (2004). The Poultry Site. *Moulting - a natural process*. Obtido de https://www.thepoultrysite.com/articles/moulting-a-natural-process

EPRS. (2019). *European Parliamentary Research Service*. Obtido de Main egg producers in the EU 2017: https://epthinktank.eu/2019/12/17/the-eu-poultry-meat-and-egg-sector-main-features-challenges-and-prospects-policy-podcast/main-egg-producers-in-the-eu-2017/

Estevinho, J. (2021). Poultry World. *Trends and challenges in cage-free egg production*. Obtido de https://www.poultryworld.net/health-nutrition/trends-and-challenges-in-cage-free-egg-production/

European Commission. (2022). Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1185. *Eggs Market Situation Dasboard*. Obtido de https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/eggs_en

F. G. Silversides, &. T. (2001). Poultry Science. *Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens*. doi:https://doi.org/10.1093/ps/80.8.1240

FAO. (2022). *Gateway to poultry production and products*. Obtido de Production: https://www.fao.org/poultry-production-products/products-processing/en/

FAOSTAT. (22 de Julho de 2022). *FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtido de https://www.fao.org/faostat/en/#compare

Figueiredo, T. (2011). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. *Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento*. Obtido de https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Br4VwXvDxP6RJypwTCGqD5r/?format=pdf&lang=pt

Forgiarini, J. (2016). Embrapa Suínos e Aves. *Cor da casca de ovos de diferentes linhagens como fator de identificação visando mercados alternativos*. Obtido de https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155718/1/final8389.pdf

Gerber, N. (2006). Poultry Industry Association of New Zealand. *Factors affecting egg quality in the commercial laying hen: A review*. Obtido de https://eggfarmers.org.nz/wp-content/uploads/2012/04/factors_affecting_egg_quality.pdf

Gous, E. T. (2014). Czech Journal of Animal Science. *Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens*. Obtido de https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/cjs/2014/09/06.pdf

GPP, G. d. (2020). Agricultura. *Análise Setorial: Ovos:*, pp. 3-4. Obtido de https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL_OVOS.pdf

Grashorn, M. (2016). Lohmann Breeders. *Effects of storage conditions on egg quality*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/media/2020/08/VOL49-GRASHORN-Storage.pdf

Hamelin, C. (2012). Poultry World. *The effect of carotenoids on yolk and skin pigmentation*. Obtido de https://www.poultryworld.net/poultry/the-effect-of-carotenoids-on-yolk-and-skin-pigmentation/

Hamilton, R. M. (2021). World's Poultry Science Journal. *Relationship between egg shell breakage and laying hen housing systems: An overview*. Obtido de https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1878480

Hellman, P. (2018). Hellman Poultry Equipment. *Enriched systems*. Obtido de https://www.hellmannpoultry.com/en-us/products

Hendrix Genetics. (2020). Laying Hens. *Nutrition Guide*. Obtido de https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/883/Nutrition_Guide_English_vs4.pdf

Horne, P. v. (2021). International Egg Comission (IEC). *Global trends and developments in the egg industry*. Obtido de https://www.internationalegg.com/resource/global-egg-production-grows-by-3-5/

Hy-Line. (2018). Management Guide. *Brown Commercial Layers*. Obtido de https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20ENG.pdf

Hy-Line. (2018). Technical Update. *Optimizing egg size in commercial layers*. Obtido de https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20EGG%20ENG.pdf

Hy-Line. (2019). Technical Update. *Non-Fasting Molt Recommendations*. Obtido de https://www.hyline.com/ViewFile?id=24453af7-ecc6-4dc1-ae50-1b5f4f166e5a

Icken, W. (2006). Lohmann Information. *Dynamic stiffness measurements with the "crack detector": a new method to improve egg shell strength*. Obtido de https://www.lohmann-information.com/doc_l_i_01-2006_artikel3.pdf.html

IEH. (2009). Instituto de Estudios del Huevo. *El gran libro del huevo*. Obtido de https://www.institutohuevo.com/wp-content/uploads/2021/10/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf

INE. (2022). Instituto Nacional de EstatÍstica. *Consumo humano de ovos per capita (kg/ hab.); Anual*. Obtido de Consumo humano de ovos per capita (kg/ hab.); Anual:

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000217&contexto=bd&selTab=tab2

ISA. (2022). Institut de Sélection Animale. *ISA alternative housing guide*. Obtido de https://www.isa-poultry.com/en/

Johnson, R. (2018). The Poultry Site. *The importance of lighting in poultry production*. Obtido de https://www.thepoultrysite.com/articles/the-importance-of-lighting-in-poultry-production

José Rodrigo Galli Franco, M. I. (2012). Engormix. *Qualidade dos ovos: Uma visão geral dos fatores que a influenciam.* Obtido de https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/qualidade-ovos-genetica-ambiente-nutricao-t37478.htm

Karunajeewa, H. (2019). Worlds Poultry Science Journal. *A Review of Factors Influencing Pigmentation of Egg Yolks*. doi:https://doi.org/10.1079/WPS19840006

Kaspers, B. (2016). Lohmann Breeders. *An egg a day: The physiology of egg formation*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/es/lohmanninfo/an-egg-a-day-the-physiology-of-egg-formation/

Ketta, M. (2015). Czech Journal: Animal Science. *Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: A Review*. Obtido de https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/46_2015-CJAS.pdf

Kibala, L. (2015). Poultry Science. *Ultrasonic eggshell thickness measurement for selection of layers*. doi:https://doi.org/10.3382/ps/pev254

Kirunda, D. (2000). Poultry Science. *Relating Quality Characteristics of Aged Eggs and Fresh Eggs to Vitelline Membrane Strength as Determined by a Texture Analyzer*. doi:https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1189

Kocevski, D. (2011). Biotechnology in Animal Husbandry. *The Influence of Strain and Age on Some Egg Quality Parameters of Commercial Laying Hens.* doi:https://doi.org/10.2298/BAH1104649K

Kumari, A. (2020). International Journal of Science, Environment and Technology. *INTERNAL QUALITY CHANGES IN EGGS DURING STORAGE*. Obtido de https://www.ijset.net/journal/2540.pdf

Lalev, M. (2013). Archiva Zootechnica. *A comparison of laying performance of egg type strains*. Obtido de https://www.ibna.ro/arhiva/AZ%2016-2/05_Lalev.pdf

Leentfaar, E. (2021). Hendrix Genetics. *Nutrition in alternative housing systems for layers*. Obtido de https://layinghens.hendrix-genetics.com/en/articles/nutrition-alternative-housing-systems-layers/

Linden, J. (2015). The Poultry Site. *Colibacillosis in Layers: an Overview*. Obtido de https://www.thepoultrysite.com/articles/colibacillosis-in-layers-an-overview

Lohmann. (2021). Lohmann Breeders: Tool Box. *Feed Intake in Cage Free Production*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/files/downloads/PUBLICATIONS/Toolbox/TB_N_2021_03_FEED-INTAKE-ENG.pdf

Lohmann. (2021). Management Guide. *Cage housing: Lohmann Brown-Classic*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/files/downloads/MG/Cage/LB_MG_Cage_LB-Classic_EN.pdf

Lohmann. (2021). Managemente Guide. *Alternative systems*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/media/2022/06/LB_eMG_Alternative-Haltung_Printversion_EN_06.21_V01-21_high.pdf

Maciel, M. P. (2015). Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. *Níveis de cálcio para poedeiras leves*. Obtido de http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf12_2015/209-214.pdf

Maciel, W. C. (2011). PUBVET. *Effect of hen age, egg weight and storage system on physical properties of egg from white-egg laying hens*. Obtido de http://www.pubvet.com.br/uploads/5e6beb1057e90581a0081dcbac6a17d7.pdf

Maguregui, E. (2020). Veterinaria Digital. *The egg yolk color and pigments*. Obtido de https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/the-egg-yolk-color-and-pigments/

Marzec, A. (2018). Journal of Applied Poultry Research. *Effect of Hens Age and Storage Time on Functional and Physiochemical Properties of Eggs*. doi:https://doi.org/10.3382/japr/pfy069

Mcdougal, T. (2020). Poultry World. *Global egg production continues to rise*. Obtido de https://www.poultryworld.net/poultry/global-egg-production-continues-to-rise/

Messens, W. (2005). Worlds Poultry Science Journal. *Eggshell penetration by Salmonella: A Review*. doi:https://doi.org/10.1079/WPS200443

Molnár, A. (2016). British Poultry Science. *Changes in egg quality traits during the last phase of production: is there potential for an extended laying cycle?* doi:https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1209738

Mozafar, F. (2018). Lohmann Breeders. *White or Brown, that is the Question*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/white-or-brown-that-is-the-question/

Murillo, A. C. (2021). MSD Veterinary Manual. *Lice of Poultry*. Obtido de https://www.msdvetmanual.com/poultry/ectoparasites/lice-of-poultry

Nabel. (2022). Digital Egg Tester. *DET6500*. Obtido de https://digitaleggtester.com/en/

Okeudo, N. (2011). Asian Journal of Agricultural Research. *Egg Quality Defects in Poultry Management and Food Safety*. doi:10.3923/ajar.2011.1.16

Padhi, M. K. (2013). Indian Journal of Poultry Science. *Effect of age in egg quality in chicken*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/281115481_Effect_of_age_on_egg_quality_in_chicken

Park, J.-A. (2018). Korean Journal for Food Science of Animal Resources. *The Influence of Hen Aging on Eggshell Ultrastructure and Shell Mineral Components*. doi:https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e41

Perreira, D. F. (2010). Brazilian Journal of Poultry Science. *stimating Mortality in Laying Hens as the Environmental Temperature Increases*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/262615778_Estimating_Mortality_in_Laying_Hens_as_the_Environmental_Temperature_Increases

Pickworth, C. L. (2007). The Poultry Site. *Common External Parasites in Poultry: Lice and Mites*. Obtido de https://www.thepoultrysite.com/articles/common-external-parasites-in-poultry-lice-and-mites

Pintado, D. (2017). Revista aviNews. *A Qualidade do Ovo: Em Foco, Qualidade Interna*. Obtido de https://avinews.com/pt-br/download/qualidade-do-ovo.pdf

Pintado, D. C. (2022). Magazine aviNews. *Reproduction and genetics: How to Assess Internal Egg Quality*. Obtido de https://avinews.com/en/how-to-assess-internal-egg-quality/

Preisinger, R. (2018). Lohmann Information. *Innovative Layer Genetics to Improve Egg production*. Obtido de https://lohmann-breeders.com/media/2020/08/LOHMANN-INFORMATION_VOL52_2018.pdf

Regulamento (CE) N.º 589/2008. (s.d.). Jornal Oficial da União Europeia. *Regulamento (CE) N.o 589/2008 da Comissão de 23 de junho de 2008*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0589&from=EN

Regulamento (UE) 2018/848. (2018). Jornal Oficial da União Europeia. *Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia*. Obtido de https://www.anapo.pt/storage/uploads/base/ficheiros/616861e29bcba889718635.pdf

Regulamento (UE) N.º 1308/2013. (s.d.). Jornal Oficial da União Europeia. *Regulamento (UE) N.o 1308/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de dezembro de 2013*. Obtido de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=PT

Réhault-Godbert, S. (2019). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI): Nutrients. *The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health*. Obtido de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6470839/#B43-nutrients-11-00684

Roberts, J. R. (2004). Journal of Poultry Science. *Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Qaulity in Laying Hens*. Obtido de https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/41/3/41_3_161/_pdf/-char/ja

Roberts, J. R. (2011). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. *Avian diseases which affect egg production and quality*. doi:https://doi.org/10.1533/9780857093912.3.376

S.Samiullah, & J.R.Roberts. (2015). Poultry Science. *Eggshell color in brown-egg laying hens- A review*. doi:https://doi.org/10.3382/ps/pev202

Sáenz, J. (2022). Poultry Farming. *Factors decreasing egg production*. Obtido de https://www.veterinariadigital.com/en/articulos/factors-decreasing-egg-production/

Samkange, A. (2020). International Journal of Poultry Science. *Assessment of Normal Mortalities, Biosecurity and Welfare of Lohmann Brown Layers at a Farm in Central Namibia*. Obtido de https://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2020/503-512.pdf

Sarica, M. (2012). International Journal of Agriculture and Biology. *Determining the Most Effective Variables for Egg Quality Traits*. Obtido de https://www.researchgate.net/profile/Hasan-Oender/publication/236267882_Determining_the_Most_Effective_Variables_for_Egg_Quality_Traits_of_Five_Hen_Genotypes/links/02e7e51778139b25d1000000/Determining-the-Most-Effective-Variables-for-Egg-Quality-Traits-of

Seemann, M. (2000). Lohmann Information. *Factors which Influence Pigmentation*. Obtido de https://www.lohmann-information.com/content/l_i_24_article_4.pdf

Şekeroğlu, A. (2008). Journal of the Science of Food and Agriculture. *Effects of egg weight on egg quality characteristics*. doi: https://doi.org/10.1002/jsfa.3454

Shahbenda, M. (2022). Consumer Goods & FMCG: Food & Nutrition. *Global egg production from 1990 to 2020*. Obtido de https://www.statista.com/statistics/263972/egg-production-worldwide-since-1990/

Shi, S. R., & Wang, K. H. (2009). Journal of Food, Agriculture & Environment. *Egg weight affects some quality traits of chicken eggs*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/254936495_Egg_weight_affects_some_quality_traits_of_chicken_eggs

Singe, R. (2021). Poultry Farming. *Factors & solutions of low egg production in laying birds (COMMERCIAL LAYERS OR BACKYARD POULTRY)*. Obtido de https://www.pashudhanpraharee.com/factors-solutions-of-low-egg-production-in-laying-birds-commercial-layers-or-backyard-poultry/

Soares, M. C. (2019). Avicultura. *Os últimos 50 anos, o presente, futuro*. Obtido de http://www.pintovalouro.pt/WebRoot/Store/Shops/3130-160315/MediaGallery/Noticias/PDF/FreiriaUltimos50anos.pdf

Sreenivas, D. (2013). Veterinary World. *Genetic analysis of egg quality traits in White Leghorn chicken*. Obtido de https://pdfs.semanticscholar.org/11b9/faf901eb0292b123cfda96534b85593af05d.pdf

Stokvis, B. (2020). Hendrix Genetics. *Insight on light*. Obtido de https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/1242/202008_Insight_on_light.pdf

Stokvis, B. (2022). Hendrix Genetics. *E. Coli in laying hens*. Obtido de https://layinghens.hendrix-genetics.com/documents/1465/Collibacillosis.pdf

Szollosi, S. M. (2020). Sustainability. *Sustainability and Quality Aspects of Different Table Egg Production Systems: A Literature Review*. doi: https://doi.org/10.3390/su12197884

Tauson, R. (2005). Worlds Poultry Science Journal. *Management and housing systems for layers: Effects on welfare and production*. doi: 10.1079/WPS200569

Thiruvenkadan, A. (2010). World's Poultry Science Journal. *Layer breeding strategies: an overview, 66*. doi:10.1017/S0043933910000553

Toscano, M. J. (2020). IMMUNOLOGY, HEALTH AND DISEASE. *Explanations for keel bone fractures in laying hens: are there explanations in addition to elevated egg production?* doi:https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.035

Tůmová, E., & Ketta, M. (2015). Czech Journal of Animal Science. *Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: A review*. Obtido de https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/46_2015-CJAS.pdf

Tůmová, M. K. (2018). Italian Journal of Animal Science. *Relationship between eggshell thickness and other eggshell measurements in eggs from litter and cages*. doi: https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1344935

USDA. (2001). United States Department of Agriculture. *Egg-Grading Manual: Determining Interior Quality by the Breakout Method*. Obtido de https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT11094176/PDF

Valbuena, D. A. (2020). aviNews. *Management of commercial layer operations*. Obtido de https://avinews.com/en/management-of-the-commercial-layer/

Wang, Y. (2019). Poultry Science. *Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage*. doi:https://doi.org/10.3382/ps/pey349

Windhorst, H.-W. (2017). Zootecnica International. *Housing systems in laying hen husbandry: First part*. Obtido de https://zootecnicainternational.com/featured/housing-systems-laying-hen-husbandry/

WSPCA. (2012). The Case Against Cages. *Why Cage-Free systems are Better for Laying Hens*. Obtido de https://www.helpthechickens.ca/documents/cagefree_report.pdf

Yan, Y.-Y. (2014). Journal of Poultry Science. *Effect of Uniformity of Eggshell Thickness on Eggshell Quality in Chickens*. Obtido de https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/51/3/51_0130032/_pdf/-char/en

Yoshida, J. (2021). The Poultry Site. *Egg Force Reader: Measure the force needed to crack your eggshells*. Obtido de https://www.thepoultrysite.com/articles/egg-force-reader-measure-the-force-needed-to-crack-your-eggshells