

## Estudo da Qualidade de Ovos

Relatório de Estágio

**Sonya Neves Basílio**

Mestrado em Tecnologia Química

Tomar, novembro, 2021



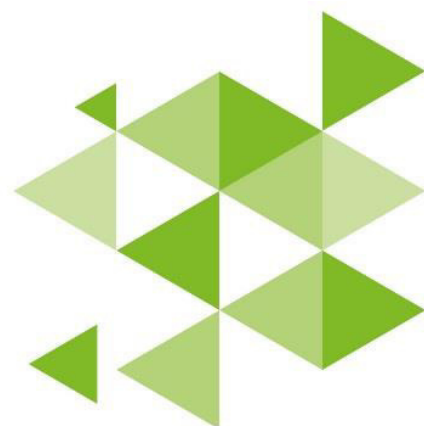
# **Estudo da Qualidade de Ovos**

Relatório de Estágio

**Sonya Neves Basílio**

Mestrado em Tecnologia Química

Tomar, novembro, 2021



Escola Superior de Tecnologia de Tomar

## **Estudo da Qualidade de Ovos**

Relatório de Estágio

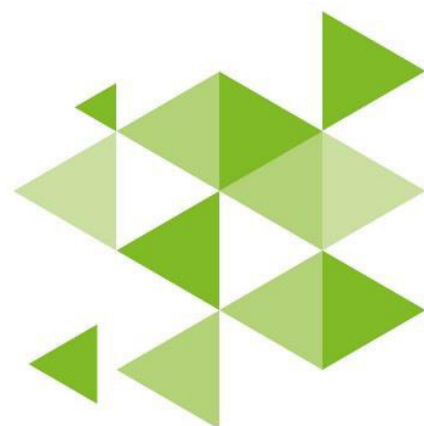
**Sonya Neves Basílio**

Orientado por:

Doutor Henrique Pinho- Instituto Politécnico de Tomar

Doutor Valentim Nunes- Instituto Politécnico de Tomar

*Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia Química*



*Dedico este trabalho aos que me apoiaram nesta etapa.*



## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar agradeço ao Instituto Politécnico de Tomar pela oportunidade de realizar o estágio para a obtenção do grau de mestre. Seguidamente, agradeço à empresa Zêzerovo, S.A. e aos seus colaboradores por terem aceite o pedido de estágio e pela oportunidade de poder desenvolver o estudo da qualidade de ovos provenientes de diferentes modos de produção nas instalações, e assim poder aplicar os conhecimentos que adquiri ao longo do meu percurso académico.

Agradeço a todos os colaboradores e colegas dos diferentes Departamentos da Zêzerovo por me terem recebido bem e pelo ambiente familiar que me proporcionaram. Um obrigado especial à Engenheira Margarida Barbosa pela paciência, explicações, tempo e por toda a ajuda prestada.

Obrigada aos Professores que presenciaram todo o meu percurso académico, aos conhecimentos transmitidos que contribuíram para a minha formação e pelo ambiente vivido com os mesmos. Em especial, agradeço ao Doutor Henrique Pinho e ao Doutor Valentim Nunes pelo auxílio e orientação no presente trabalho, ajudando a finalizar mais uma etapa do meu percurso académico.

Também agradeço o apoio dos recursos de análise de dados do Centro de Investigação em Cidades Inteligentes (Ci2), a coberto do financiamento concedido pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (UIDB/05567/2020).

Jamais esquecerei o apoio da minha família do coração e pela oportunidade que me deram em poder concretizar mais um sonho.

Bem-haja a Todos!



## RESUMO

---

O objetivo do presente relatório consiste no estudo da qualidade dos ovos provenientes de três sistemas de criação de galinhas poedeiras (gaiola, solo e ar livre), a fim de identificar se o tipo de sistema afeta um conjunto de parâmetros de requisitos de qualidade dos ovos.

Para tal, analisaram-se 6 ovos durante 24 semanas resultando num total de 144 ovos de cada tipo de produção. Realizaram-se análises físico-químicas no laboratório interno da Zêzero, tais como, dimensão da cavidade do ar, altura do albúmen, unidades de *Haugh*, peso do ovo cor da gema e pH do ovo. Os valores obtidos foram registados e processados recorrendo ao programa informático “QMC + *EggWare*”. Através do software IBM® SPSS, procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados recorrendo ao teste da ANOVA, e a comparações múltiplas através do teste de Tukey.

Para completar o estudo, analisaram-se também resultados físico-químicos, organoléticos, microbiológicos e nutricionais determinados em laboratórios externos à Zêzero, S.A.

Concluiu-se, do conjunto de dados analisados pelo teste ANOVA, que o tipo de sistema de criação apenas afeta a dimensão da cavidade de ar e o peso dos ovos, sendo o valor médio destes parâmetros significativamente inferior quando a criação se realiza no solo.

Não se procedeu à análise estatística aos parâmetros disponibilizados pelos laboratórios externos, mas entre estes, observou-se que os parâmetros nutricionais possam ser afetados pelo sistema de criação, cuja verificação poderá ser objeto de um trabalho futuro.

**Palavras-chave:** Sistemas de produção, qualidade, análises físico-químicas, organoléticas, parâmetros nutricionais, ANOVA



## ABSTRACT

---

The objective of this report is based on the study of the quality of eggs from three laying hens rearing systems (cage, soil, and free range), in order to identify whether the system type affects a set of egg quality requirements parameters.

For this purpose, 6 eggs were analyzed for 24 weeks resulting in a total of 144 eggs of each type of production. Physical-chemical analyses were carried out in the internal laboratory of Zêzero, such as the air cavity, albumen height, *Haugh* units, egg weight, yolk color and the pH of eggs. The values obtained were registered using the computer program “QMC + EggWare”. Using the IBM SPSS software, the statistical treatment of the values was performed using the ANOVA test, and multiple comparisons using the Tukey test.

To complete the study, the physicochemical, organoleptic, microbiological, and nutritional results determined in the laboratories outside Zêzero, S.A.

It was concluded that, from the set of results analyzed by the ANOVA test, that the type of rearing system only affects the size of the air cavity and the egg weight, with the mean value of these parameters being significantly lower when rearing takes place on the ground.

The statistical analysis of the parameters provided by external laboratories was not carried out, but among these, it is observed that the nutritional parameters may be affected by the rearing system, whose verification may be the object of future work.

**Keywords:** production systems, quality, physicochemical, organoleptic, nutritional parameters, ANOVA



# ÍNDICE

---

AGRADECIMENTOS .....	v
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS .....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	xvii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento do Trabalho .....	1
1.2. Organização do Relatório .....	1
1.3. Apresentação da Empresa.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1. Galinha Poedeira.....	5
2.1.1. Denominação, origem e domesticação .....	5
2.1.2. Ciclo produtivo .....	6
2.1.3. Sistemas de Produção .....	7
2.1.3.1. Sistema de Gaiolas .....	7
2.1.3.2. Sistemas Alternativos .....	9
2.1.4. Formação do Ovo.....	11
2.2. Ovo .....	12
2.2.1. Estrutura e Composição .....	12
2.2.2. Identificação do ovo.....	16
2.2.3. Validade do ovo .....	16

2.2.4. Classificação e categoria dos ovos -----	17
2.3. Qualidade do ovo .....	17
2.3.1. Parâmetros externos -----	18
2.3.1.1. Peso e forma do ovo -----	18
2.3.1.1. Casca-----	19
2.3.2. Parâmetros internos-----	21
2.3.2.1. Gema-----	21
2.3.2.2. Clara -----	22
2.3.2.3. Câmara de ar-----	23
2.3.3. Parâmetros Físicos-Químicos -----	23
2.3.4. Parâmetros Microbiológicos -----	25
2.3.5. Limites de Aceitação -----	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS -----	29
3.1. Amostragem.....	29
3.2. Descrição do procedimento .....	29
3.3. Análise Estatística.....	33
4.Resultados e Discussão -----	35
4.1. Análises físico-químicas e organoléticas .....	35
4.1.1 Correlações Lineares de Pearson -----	35
4.1.2. Teste ANOVA-----	38
4.2. Análises Microbiológicas.....	47
4.3. Análises Nutricionais .....	48
5. CONCLUSÃO -----	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	53
ANEXOS-----	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1: Localização da empresa Zêzero e o seu logótipo-----	2
Figura 2: Fotografias do interior de um Pavilhão de galinhas de gaiolas melhoradas da Zêzero, S.A.-----	8
Figura 3: Fotografia do interior de um Pavilhão de galinhas criadas no solo da Zêzero, S.A.-----	10
Figura 4: Fotografias do exterior de um pavilhão com galinhas criadas ao ar livre da Zêzero, S.A.-----	10
Figura 5: Aparelho reprodutor da galinha-----	11
Figura 6: Componentes do ovo-----	13
Figura 7: Exemplo ilustrativo do código de identificação dos ovos -----	16
Figura 8: Pesagem do ovo na balança digital -----	32
Figura 9: Medição da altura do albúmen de um ovo -----	32
Figura 10: Menu do medidor da altura do albúmen-----	32
Figura 11: Medição do pH de um ovo-----	32



## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1: Marcas e respetivos produtos-----	4
Tabela 2: Classificação científica da galinha doméstica-----	6
Tabela 3: Diferenças entre gaiolas não melhoradas e gaiolas melhoradas-----	8
Tabela 4: Requisitos referentes à produção de galinhas em sistemas alternativos-----	9
Tabela 5: Classificação dos ovos em função do peso-----	17
Tabela 6: Limites de Aceitação para os respetivos parâmetros-----	28
Tabela 7: Caraterísticas qualitativas dos ovos -----	28
Tabela 8: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de gaiola-----	36
Tabela 9: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de solo-----	36
Tabela 10: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de ar livre-----	37
Tabela 11: Teste ANOVA para a cavidade do ar-----	38
Tabela 12: Comparações múltiplas para a cavidade do ar-----	38
Tabela 13: Teste de Tukey para a cavidade do ar -----	39
Tabela 14: Teste ANOVA para o peso-----	39
Tabela 15: Comparações múltiplas para o peso -----	39
Tabela 16: Teste de Tukey para o peso-----	40
Tabela 17: Teste ANOVA para a altura do albúmen -----	40
Tabela 18: Comparações múltiplas para a altura do albúmen-----	40
Tabela 19: Teste de Tukey para a altura do albúmen-----	40

Tabela 20: Teste ANOVA para as unidades Haugh -----	41
Tabela 21: Comparações múltiplas para as unidades Haugh -----	41
Tabela 22: Teste de Tukey para as unidades de Haugh -----	41
Tabela 23: Teste ANOVA para as manchas de sangue-----	42
Tabela 24: Comparações múltiplas para as manchas de sangue-----	42
Tabela 25: Teste de Tukey para as manchas de sangue-----	42
Tabela 26: Teste ANOVA para as manchas de carne-----	42
Tabela 27: Comparações múltiplas para as manchas de carne-----	43
Tabela 28: Teste Tukey para as manchas de carne -----	43
Tabela 29: Teste ANOVA para a cor da Gema-----	43
Tabela 30: Comparações múltiplas para a cor da Gema -----	43
Tabela 31: Teste Tukey para a cor da gema -----	44
Tabela 32: Teste ANOVA para o pH-----	44
Tabela 33: Comparações múltiplas para o pH -----	44
Tabela 34: Teste de Tukey para o pH -----	44
Tabela 35: Exemplo de resultados das análises complementares físico-químicas e organoléticas -----	46
Tabela 36: Exemplo de resultados das análises microbiológicas -----	47
Tabela 37: Resultados das análises nutricionais -----	48

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

---

a.C.	antes de Cristo
ANAPO	Associação Nacional Avicultores Produtores de Ovos
ANOVA	Análise da Variância
ASAE	Autoridade Segurança Alimentar e Económica
CE	Comunidade Europeia
CEE	Comunidade Económica Europeia
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FSSC	<i>Food Safety Sistem Ccertification</i>
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i>
h	altura do albúmen espesso
H0	hipótese nula
HU	Unidades de Haugh
I	Incerteza
IBM	<i>International Business Machine</i>
IFS	<i>International Featured Standards</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução de Trabalho
LAQ	Laboratório de Análise Química
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
MI	Método Instrumental
M.O	Microorganismos
N	Newton
NF	Norma Francesa
NP	Norma Portuguesa
p	probabilidade
PAS	<i>Publicly Available Specification</i>
PME	Pequenas e Médias Empresas
PT	Portugal
Pav.	Pavilhão
QMC	<i>Quality Monitoring Control</i>
<i>r</i>	coeficiente de <i>Pearson</i>
Reg	Regulamento
S.A.	Sociedade Anónima
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
UFC	Unidades Formadoras de Colónias
USDA	<i>Unit Stares Department of Agriculture</i>
W	peso do ovo

cm	centímetros
df	diferencial
g	gramas
Log	logaritmo
kJ	Quilojoule
kcal	Quilocaloria
m	metros
mm	milímetros
μm	micrómetro
°C	graus Celsius
%	percentagem
σ	sigma



# 1.INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Enquadramento do Trabalho

Este trabalho foi realizado no âmbito da unidade curricular de Projeto (Estágio) que decorreu no Departamento de Qualidade da empresa Zêzerovo, S.A. orientado pelos Professores Valentim Nunes e Henrique Pinho e, supervisionado pela Engenheira Margarida Barbosa da Zêzerovo, a fim de obter o grau de mestre em Tecnologia Química atribuído pela Escola Superior Tecnologia do Instituto Politécnico de Tomar.

Os objetivos deste estágio consistiram no estudo da qualidade de ovos produzidos em diferentes sistemas de produção (gaiola, solo e ar livre), comparando os parâmetros afetos aos mesmos através de análises físicas, químicas e organolépticas, microbiológicas e estudos estatísticos, uma vez que se pretende concluir qual será o melhor ovo a nível de qualidade.

## 1.2. Organização do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos principais.

No primeiro, apresenta-se a descrição da empresa Zêzerovo, S.A. onde se inclui a evolução histórica bem como as marcas e produtos da mesma.

O segundo capítulo assenta na revisão bibliográfica dos conceitos principais das galinhas poedeiras, do seu processo de desenvolvimento e os modos de criação, acerca do ovo e das suas características e, principalmente, da qualidade do mesmo bem como os parâmetros e análises associadas.

Já no terceiro capítulo descreve-se o estudo estatístico, a fim de concluir se o tipo de sistema de criação afeta os parâmetros de requisitos de qualidade dos ovos descritos anteriormente.

No quarto capítulo apresenta-se os resultados e a discussão dos mesmos. Por fim, no quinto capítulo exhibe-se as principais conclusões do presente estudo.

### 1.3. Apresentação da Empresa

A empresa Zêzerovo-Produção Avícola do Zêzere, S.A. situa-se em Paio Mendes, no concelho de Ferreira do Zêzere (figura 1). A descrição que se segue foi disponibilizada pela empresa (Qualidade, 2021).

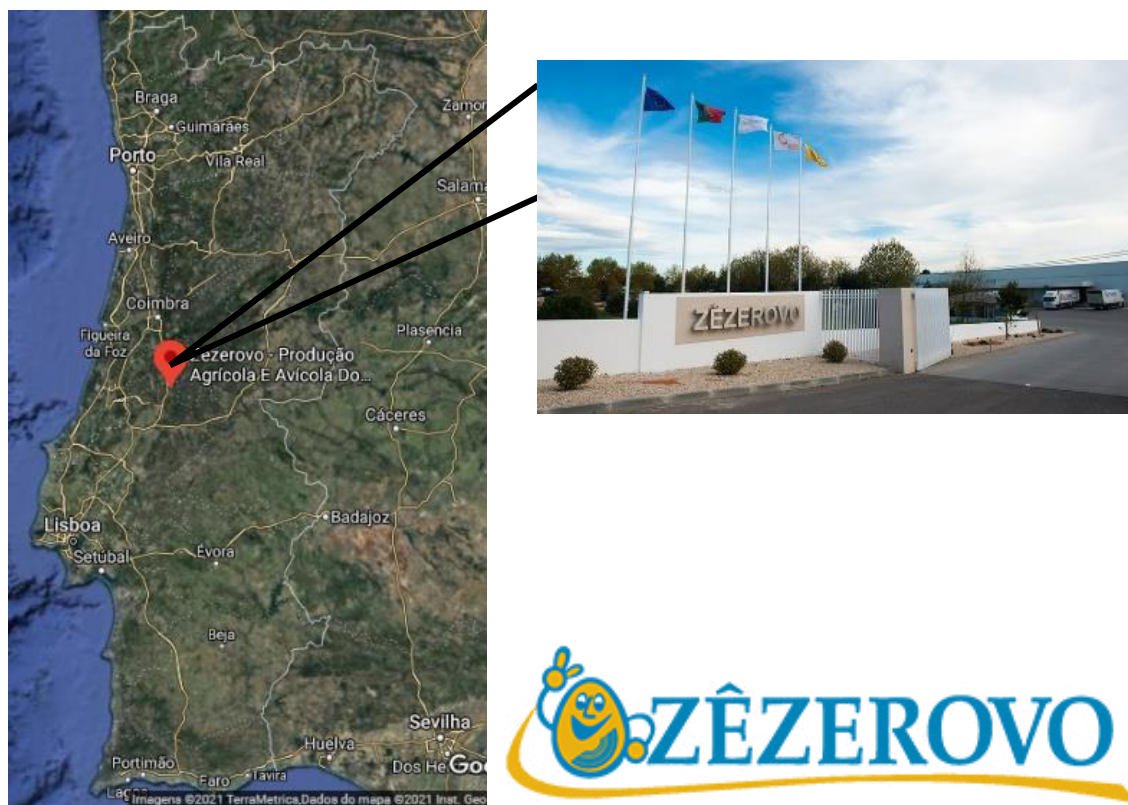


Figura 1: Localização da empresa Zêzerovo e o seu logótipo (Zêzerovo, S.A., 2016)

A Zêzerovo foi fundada em 1986 pelo Sr. Francisco Fernandes. Iniciou a atividade com um efetivo de 30 000 galinhas poedeiras e dois pavilhões de postura.

Em 2016 a empresa foi certificada pela Norma FSSC 22000 no âmbito da Segurança e Defesa Alimentar, tendo como base as normas ISO 22000 e ISO 22003 e as especificações técnicas da ISO TS 22002 e PAS 223.

No ano seguinte a empresa iniciou a produção de ovos com galinhas criadas no solo. Em 2018 a empresa apostou na produção de ovos de galinhas criadas ao ar livre e deu-se o reconhecimento da Zêzerovo como PME LÍDER.

Em 2019 a empresa conquistou o primeiro lugar na área Agricultura e Pescas PME LÍDER, pelo que em outubro renovou o estatuto atribuído pelo IAPMEI. Já em novembro, obteve o nível “*Higher Level*” na certificação IFS FOOD. Esta entidade de certificação é reconhecida mundialmente para certificar a segurança, qualidade de produtos e processos alimentares. Em março de 2021, a empresa obteve a renovação do selo PORTUGAL SOU EU.

Ao longo do tempo, a Zêzero tem apostado em processos automatizados e nas mais recentes tecnologias e normas de bem-estar animal. Atualmente, a empresa apresenta uma grande capacidade produtiva e um modelo de gestão moderno, inovador e adequado às exigências dos clientes, possuindo a instalação com maior capacidade de classificação de ovos a nível nacional. A Zêzero possui dois centros de classificação autorizados (PT-087 e PTV2310), apresentando uma capacidade total de classificação e embalagem de 480 000 ovos por hora. A empresa possui um alojamento direto e indireto de 1 700 000 galinhas poedeiras, um total de 25 pavilhões de postura (solo, ar livre e gaiola) e uma equipa multidisciplinar constituída por mais de 100 colaboradores.

Esta empresa disponibiliza no mercado várias marcas de diferentes classes e modos de produção. Destaca-se a Zêzero, OvoCol, Real Sabor d’ovo, SOLO e AR LIVRE (tabela 1).

Estudo da Qualidade de Ovos

Tabela 1: Marcas e respetivos produtos (Zêzero, S.A., 2016)

Marca	Tipo de produto	Quantidades	Classes	Produtos
	Embalado	6,10,12 e 24 ovos	S, M, L e XL	 
	Indústria	5,15 e 30 dúzias	S, M, L e XL	   
	Embalado	6 ovos	M - L	
	Balde	5 kg	---	
	Embalado	6 e 12 ovos	M-L	 
	Embalado	6 e 12 ovos	M-L	 

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1. Galinha Poedeira

Segundo o Artigo 3º do Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril, entende-se por galinha poedeira, a ave da espécie *Gallus gallus* que tenha atingido a maturidade sexual e sido criada para a produção de ovos não destinados à incubação.

#### 2.1.1. Denominação, origem e domesticação

A galinha poedeira é um animal doméstico que surgiu provavelmente no continente asiático, na Índia há pelo menos 4000 anos, sendo rotulada a espécie *Gallus gallus domesticus* (Clauer, 2017), uma vez que ainda não existe um consenso entre os investigadores (Duarte, 2016). Embora os Romanos tenham desenvolvido a primeira raça diferenciada de galinhas e registarem em livros o processo de manejo e de criação destas, alguns registos arqueológicos antigos mostraram evidências da domesticação desta ave na China desde 5400 a.C, pelo que evidencia centenas de anos antes da domesticação ocorrer na Índia (Crawford, 1990).

Relativamente à espécie ancestral que originou a galinha poedeira, os investigadores encontraram documentação que revelou a existência de quatro tipos de galinhas selvagens como seus potenciais ancestrais: *Gallus gallus (Red Jungle Fowl)*, *Gallus sonnerati (Grey Jungle Fowl)*, *Gallus lafayettei (Ceylon Hungle Fowl)* e *Gallus varius (Green Jungle Fowl)* (Moiseyeva, 2008). Assim, concluíram que a galinha *Red Jungle Fowl* é a espécie selvagem mais encontrada mundialmente, pelo que é considerada o principal ancestral da galinha doméstica (Clauer, 2017).

Segundo Darwin, a galinha doméstica e a *Red Jungle Fowl* são consideradas a mesma espécie *Gallus gallus* (Darwin, 1868) e, portanto, apresenta-se a tabela 2 referente à sua taxonomia (Lana, 2000).

Tabela 2: Classificação científica da galinha doméstica (Lana, 2000)

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

Eekeren e Saaltkamp classificaram as raças de galinhas domésticas (*Gallus domesticus*) em três principais categorias: as puras para fins comerciais (galinhas poedeiras, galinhas de carne e galinhas de produção de ovos e carne), híbridas e locais ou nacionais (Eekeren & Saatkamp, 2006).

### 2.1.2. Ciclo produtivo

A postura inicia-se por volta dos cinco meses (20-21 semanas) de idade e continuam até aos 12 meses (52 semanas). O ciclo de produção dura cerca de 17 meses (72 semanas) e envolve três fases distintas: cria, recria e a postura. A primeira fase tem uma duração de 0 a 2 meses (0-8 semanas) durante o qual as pintas pequenas são mantidas em instalações separadas das aves poedeiras e caracteriza-se por ser a mais importante, uma vez que afeta a saúde e o desempenho das mesmas. Segue-se a fase da recria, onde as pintas são transferidas para os pavilhões de recria para promover o seu crescimento e desenvolvimento e tem uma duração variável entre 10 a 12 semanas. Finalmente, na fase da postura, as galinhas encontram-se instaladas nos pavilhões de postura, a fim de iniciarem a produção de ovos por volta da 18<sup>a</sup> semana de vida e findarem cerca da 72<sup>a</sup> semana. Esta fase é a mais longa do ciclo produtivo (Seidler & Hilmi, 2003).

É de notar que uma galinha, em média, coloca um ovo por dia e que a fase da postura pode variar de ave para ave, pelo que é necessário e importante existir um planeamento e uma gestão da produção.

### **2.1.3. Sistemas de Produção**

Atualmente existem dois grandes grupos de sistemas de produção de galinhas poedeiras: sistema de gaiolas e os sistemas alternativos (produção no solo, ar livre e biológica).

Os sistemas de produção de gaiolas subdividem-se em sistemas de gaiolas não melhoradas (gaiolas convencionais) e as gaiolas melhoradas (gaiolas enriquecidas).

O Decreto-Lei n.º 72-F/2003, de 14 de abril, transpõe para a ordem jurídica nacional, a Diretiva n.º 1999/74/CE, do Conselho, relativa à proteção das galinhas poedeiras e a Diretiva n.º 2002/4/CE, do Conselho, relativa ao registo de explorações de produção de galinhas poedeiras. Neste Decreto-Lei estabelecem-se as condições gerais de produção de galinhas poedeiras, bem como as características específicas dos sistemas alternativos ou de solo, das gaiolas não melhoradas e das gaiolas melhoradas (ANAPO, 2014).

Independentemente do tipo de exploração, destaca-se a importância de as mesmas disporem de registos, nos quais se encontre informação relativamente à data de nascimento das aves bem como a quantidade total que entrou no pavilhão de postura, data de entrada, idade das aves, estirpe, mortalidade diária, existências, fornecedor e tipo de ração e produção diária. Também é relevante proceder-se ao historial do bando, onde se regista as análises realizadas ao mesmo, a administração ou não de antibióticos, a declaração do veterinário e o regime de iluminação a seguir. É de notar que nesta empresa, os bandos da recria só entram nos pavilhões de postura após a realização de análises à *Salmonella*.

#### **2.1.3.1. Sistema de Gaiolas**

No sistema convencional, as galinhas são criadas em pavilhões com diversas baterias, sendo que a dimensão é muito variável. As galinhas e os ovos produzidos não entram em contacto com os excrementos, uma vez que tanto os ovos como os excrementos são recolhidos automaticamente por telas preparadas para o efeito.

A partir do dia 1 de janeiro de 2012 foi proibida a utilização de gaiolas não melhoradas, a fim de aumentar o bem-estar dos animais, pelo que as galinhas passaram a estar alojadas em gaiolas melhoradas ou em sistemas alternativos. No entanto, dado o incumprimento por parte de alguns estados-membros, estabeleceu-se um período transitório até ao dia 31 de julho de 2012 (Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril). As alterações traduziram-se no

aumento das dimensões de alojamento, existência de ninho, cama, poleiro e existência de circulação entre gaiolas, como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Diferenças entre gaiolas não melhoradas e gaiolas melhoradas (adaptado do Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de abril)

Requisitos	Gaiolas não melhoradas	Gaiolas melhoradas
Área de Superfície Mínima	550 cm <sup>2</sup> /galinha	750 cm <sup>2</sup> /galinha ou 2000 cm <sup>2</sup> /gaiola
Comedouro	10 cm /galinha	12 cm/galinha
Bebedouro	10 cm/galinha ou 2 pipetas/galinha	2 pipetas/galinha
Poleiro	Inexistente	15 cm/ galinha
Cama	Inexistente	Presente
Ninho	Inexistente	1 ninho/gaiola
Desgastador de Unhas	Inexistente	Sim
Circulação entre gaiolas	Impossibilitada	Passagens com largura > 90 cm
Altura mínima	35 cm qualquer dos pontos da gaiola	55 cm qualquer dos pontos da gaiola
Pavimento	Inclinação máxima de 14 % e suportar bem as garras anteriores	

De seguida, apresentam-se algumas fotografias que retratam o interior de um pavilhão de galinhas criadas no sistema de gaiolas melhoradas (Figura 2), respeitando os requisitos referidos na tabela anterior.



Figura 2: Fotografias do interior de um Pavilhão de galinhas de gaiolas melhoradas da Zêzerovo, S.A.

### 2.1.3.2. Sistemas Alternativos

De acordo com o decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril, o espaço interior das instalações de criação das galinhas poedeiras para estes sistemas devem cumprir os requisitos apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Requisitos referentes à produção de galinhas em sistemas alternativos (adaptado do Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril)

Requisitos	Sistemas alternativos
Área	9 galinhas /m <sup>2</sup>
Comedouro	10 cm/ galinha ou 4 cm/galinha (circulares)
Bebedouro	2,5 cm/galinha (contínuos) ou 1 cm/galinha (circulares) 1 pipeta / 10 galinhas ou 2 pipetas/galinha (série)
Poleiro	15 cm / galinha Distância horizontal entre poleiros 30 cm Distância entre o poleiro e a parede 20 cm
Cama	1 cama com 250 cm <sup>2</sup> / galinha 1/3 da superfície do chão do aviário
Ninho	1 ninho/ 7 galinhas 1m <sup>2</sup> de espaço / 120 galinhas (ninhs coletivos)

Nos sistemas referidos anteriormente incluem-se os de produção no solo e ao ar livre.

Assim, no sistema de produção no solo (figura 3) as aves não se encontram fechadas em gaiolas e não podem usufruir de espaços exteriores, mas podem circular dentro dos pavilhões livremente e entrar/sair das gaiolas sempre que necessitem. Relativamente ao número de pisos sobrepostos, estes não podem ser maior que quatro e a distância entres os mesmos tem de ser pelo menos de 45 cm (Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril). A distribuição dos equipamentos de alimentação e água devem estar acessíveis e repartidos igualmente por todas as galinhas. É importante notar que os pisos devem ser instalados de modo que os excrementos não atinjam as aves dos pisos inferiores.



Figura 3: Fotografia do interior de um Pavilhão de galinhas criadas no solo da Zêzerovo, S.A.

Por outro lado, na produção ao ar livre (figura 4), os animais têm um espaço no interior do pavilhão onde podem pernoitar ou abrigarem-se aquando de condições meteorológicas adversas, não esquecendo a característica principal de possuírem um espaço exterior, ao ar livre, adaptado às suas necessidades fisiológicas, à densidade de galinhas e à natureza do terreno, a fim de evitar contaminações. Além disso, os pavilhões deste tipo de produção têm de possuir portas de saída direta ao espaço exterior, distribuídas ao longo do comprimento do pavilhão, com altura mínima de 35 cm e largura mínima de 40 cm. Também se torna necessário uma abertura total de 2 m por cada milhar de galinhas, abrigos exteriores contra temporais e predadores e ainda comedouros/ bebedouros adequados (Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril).



Figura 4: Fotografias do exterior de um pavilhão com galinhas criadas ao ar livre da Zêzerovo, S.A.

### 2.1.4. Formação do Ovo

O sistema reprodutor da galinha traduz-se num ovário e num oviduto (figura 5). O ovário é o local onde se desenvolvem os folículos que apresentam um sistema desenvolvido de vasos sanguíneos que transportam nutrientes essenciais para o desenvolvimento da gema, pelo que cada folículo contém um óvulo (gema).

Os óvulos são classificados de acordo com o seu diâmetro e só aqueles que possuem um diâmetro superior a 10 mm originarão a gema do ovo (Oguike, 2006). Cada óvulo inicia-se como uma única célula cercada por uma membrana vascularizada que impede a entrada de água. Quando o óvulo atinge a maturidade ocorre a ovulação pelo que se liberta para o oviduto. Neste local, a gema é coberta com uma membrana e fibras estruturais, pelo que finda o processo de formação de ovo, produzindo a clara e a casca. Este processo dura cerca de 3 horas (Wu, 2014).

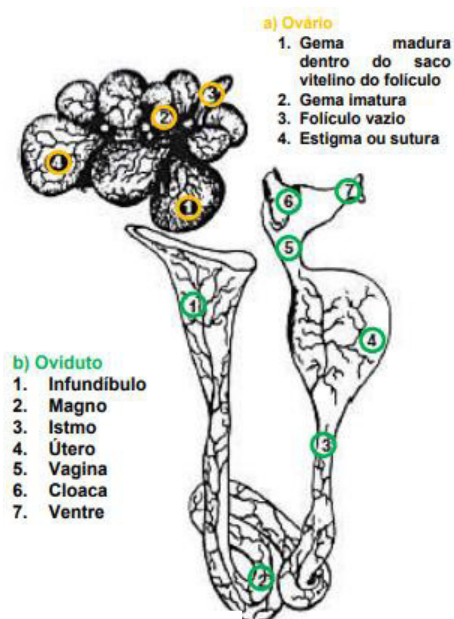


Figura 5: Aparelho reprodutor da galinha (Wu, 2014)

O oviduto atinge um comprimento de 70 a 80 cm e é constituído por cinco órgãos diferentes - infundíbulo, magno, istmo, útero, cloaca e vagina (Solomon, 1991).

O infundíbulo é um segmento em forma de funil que se situa na porção superior do oviduto responsável pela captura da gema (Wu, 2014). Se existir espermatozoides é nesta divisão que ocorre a fertilização. O magno é a secção mais longa com 34 cm de comprimento. Nesta,

o foliculo mantém-se cerca de 180 minutos. Posteriormente, forma-se a camada de albumina (parte transparente do ovo que circunda a gema). A formação da membrana interna e externa da casca e a adição de água e sais minerais ocorre no istmo durante 75 minutos (Wu, 2014). É também nesta secção que se estabelecem as bases para a casca, formando os primeiros cristais de carbonato de cálcio que irão formar as membranas exteriores da mesma (Solomon, 1991).

O ovo mantém-se no útero cerca de 16-17 horas para a conclusão da calcificação da tonalidade da casca (Wu, 2014). A formação desta inicia-se pela deposição de pequenos aglomerados de cristais de carbonato de cálcio pela membrana externa no istmo. O número de cristais que é depositado pelo istmo é geneticamente controlado e relaciona-se com a espessura da casca, ou seja, quantos maior for a quantidade de cristais depositadores maior será a espessura final da casca. Esta é constituída aproximadamente por 95% de carbonato de cálcio e 5% do material orgânico. Após a conclusão, uma camada protetora denominada de cutícula é fixada sobre a casca. e da formação da cutícula de ovo. Esta camada protege o ovo nas primeiras horas dos microorganismos depois da eclosão (Etches, 1996). A vagina é a última secção do oviduto que tem como função transportar o ovo do útero para a cloaca, pelo que o processo de formação do ovo considera-se finalizado quando se verificar a libertação do ovo para o exterior através da cloaca da galinha (Wu, 2014). A postura do ovo é induzida por contrações da parede do útero (Solomon, 1991).

## **2.2. Ovo**

### **2.2.1. Estrutura e Composição**

O ovo é constituído por três componentes principais: clara (~60%), gema (30-33%) e casca (9-12%) (Fernandes, 2014). Por outro lado, apresenta outros constituintes em menor proporção, tais como, o disco germinativo, a calaza, a câmara de ar e a cutícula (Stadelman, 1995). A figura 6 ilustra todos os componentes do ovo.

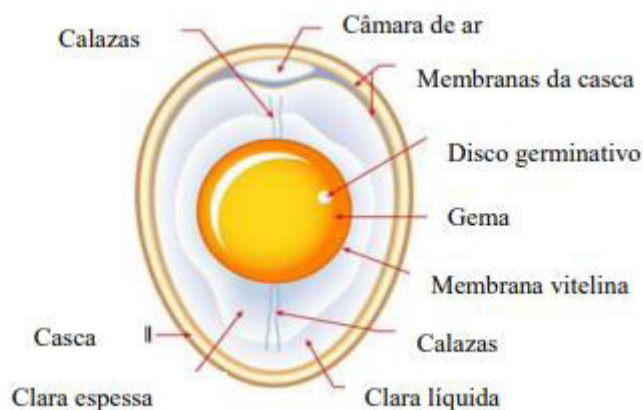
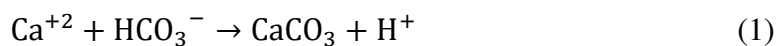


Figura 6: Componentes do ovo ( AV AVES AVICULTURA, 2020)

A casca é composta por três camadas: uma fina película e duas membranas de casca (uma externa e outra interna). É constituída por minerais (95,1%), algumas proteínas (3,3%) e água (1,6%) (Solomon & Brain, 1996). Entre os componentes minerais (sódio, magnésio, zinco, manganês, ferro, cobre, alumínio e boro) destaca-se o cálcio. Este é proveniente da alimentação da galinha e do seu esqueleto. No entanto, a mobilização excessiva de cálcio e fósforo do osso podem provocar a desmineralização das aves com risco de fragilidade óssea, fraturas e mortalidade (Nys, Hincke, Arias, Garcia-Ruiz, & Solomon, 1999). São necessárias 2,5-3,0 g de cálcio para a formação de um ovo normal, pelo que é importante que a alimentação seja formulada com as quantidades adequadas destes minerais de um modo eficiente. É de realçar que tais quantidades dependem da idade da ave e da fase produtiva, logo variam em função da estirpe e do peso do ovo (Bar, Razaphkovsky, & Vax, 2002). Contudo, quando a quantidade de cálcio não é suficiente para a formação da casca, o mesmo é mobilizado a partir dos ossos libertando-se fósforo para a corrente sanguínea, pelo que tem um efeito inibidor sobre a mobilização do cálcio (Rao, Roland, Adams, & Durboraw, 1992).

A presença de quantidades residuais de mucopolissacáridos e proteínas colaboram para a formação da matriz cálcica. A coloração da casca resulta dos pigmentos e a quantidade depende do metabolismo mineral, pelo que a casca é o produto resultante da combinação de iões cálcio e bicarbonato de acordo com a seguinte reação (ANAPO, 2014):



Na superfície da casca encontram-se pequenos poros que permitem a comunicação física entre o ovo e o meio ambiente possibilitando as trocas gasosas de oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água. É de notar que os poros estão cobertos por uma cutícula que protege o ovo da perda de água e impede a penetração de microrganismos para o interior do ovo (Solomon & Brain, 1996).

Entre a membrana interna e externa da casca localiza-se a câmara de ar. Esta forma-se através do arrefecimento da temperatura que ocorre no ovo, ou seja, a transição entre a temperatura corporal da galinha para uma temperatura ambiente. O choque térmico provocará uma contração da membrana interna e o vácuo resultante permite a entrada de ar, formando a câmara de ar.

À medida que o ovo envelhece, a câmara de ar aumenta devido as trocas gasosas entre o meio exterior e o interior, uma vez que com a entrada de oxigênio pelos poros da casca, a contração do conteúdo do ovo irá aumentar (Stein, 1938).

Além disso, a pigmentação e a resistência da casca diminuem com a idade da galinha.

A clara ou albúmen do ovo é composta por 88,5% de água e 13,5% de proteínas, vitaminas do complexo B (riboflavina-B<sub>2</sub>) e de gordura e de pequenas quantidades de glicoproteínas, glicose e sais minerais (FAO, 2010).

As principais proteínas presentes na clara são a ovoalbumina (fosfoglicoproteína responsável pela nutrição do embrião representando 50% do teor proteico da clara), a ovotransferrina (fixa o ferro), ovomucina (auxilia no espessamento da clara), ovomucóide (inibe a enzima tripsina) e lisozima (função antibacteriana) (Kovacs-Nolan, Phillips, & Mine, 2005). De acordo com a ANAPO, a ovoalbumina, por ação do calor, adquire uma estrutura gelatinosa, cujas propriedades são tão importantes que, apesar das frequentes tentativas em substituir alguns géneros alimentícios, ainda não se encontrou um substituto ideal e equiparado (ANAPO, 2014).

Esta estrutura é constituída por três camadas: clara espessa, líquida e as calazas. As proporções de cada uma das camadas depende da estirpe, das condições ambientais, do tamanho, da viscosidade e das propriedades reológicas do ovo (Eunice, 2007). Quando se abre um ovo, a clara líquida é o que se espalha pela superfície plana enquanto a clara espessa

situa-se mais perto da gema. As calazas aderem-se à membrana vitelina da gema e expandem-se para as extremidades de modo que a gema fique mais próxima do centro do ovo (Kovacs-Nolan, Phillips, & Mine, 2005).

Assim, as funções do albúmen assentam na manutenção da gema numa posição centrada no ovo e o acondicionamento do embrião protegendo-o contra impactos e variações de temperatura (Keener, Lacrosse, Anderson, & Farkas, 2000).

A gema é uma emulsão de gordura em água composta maioritariamente por água (50 %), proteínas (16 %), lípidos (33 %), vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis (exceto o ácido ascórbico), minerais e hidratos de carbono envolvidos pela membrana vitelina (FAO, 2010).

A porção lipídica é constituída por 66 % de triacilgliceróis, 28 % de fosfolípidos e 5 % de colesterol. De notar que 64 % da porção lipídica é composta por ácidos insaturados nomeadamente ácido oleico e linoleico. As proteínas da gema do ovo são ligadas aos lípidos e denominadas de lipoproteínas. Quando estas são fracionadas por centrifugação resultam grânulos (lipoproteína de alta densidade - HDL) representado por  $\alpha$  (alfa) e  $\beta$  (beta) - lipovitelina e fosvitina. A fração sobrenadante (lipoproteína de baixa densidade - LDL) é constituída pela lipovitelinina, livetinas e proteína de ligação da riboflavina (Flavina ou Vitamina B<sub>2</sub>). Encontra-se também a imunoglobulina Y ou  $\gamma$  (gama) - livetina. (Closa, Marchesich, Cabrera, & Morales, 1999).

Os minerais e as vitaminas provêm dos alimentos ingeridos. Por isso a riqueza no ovo é variável, sobretudo nos ovos produzidos em sistemas alternativos. A cor da gema depende do conteúdo de carotenóides (carotenos e xantofilas) dos alimentos, assim como outros (sintéticos ou naturais) que se adicionam à ração (ANAPO, 2014).

Os componentes da gema dispõem-se de anéis concêntricos que variam de cor conforme o regime alimentar das galinhas poedeiras, ou seja, dos pigmentos presentes na ração (FAO, 2010). A coloração amarelada da gema é devida à presença de riboflavina, xantofilas e betacaroteno.

Portanto, os carotenóides são pigmentos naturais que conferem a cor amarela da gema que pode variar entre o amarelo pálido e o laranja escuro.

### 2.2.2. Identificação do ovo

Na União Europeia, os ovos têm obrigatoriamente de ser identificados com um código inscrito na casca, a fim de esclarecer o consumidor sobre o sistema de criação das galinhas poedeiras.

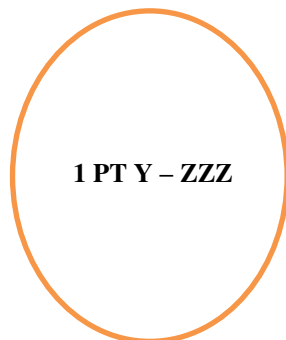


Figura 7: Exemplo ilustrativo do código de identificação dos ovos

De acordo com a figura 7, o primeiro número que aparece corresponde ao sistema de produção das aves. Os modos de criação estão definidos no Regulamento (CEE) nº1274/91, da Comissão, de 15 de maio, que estabelece as regras de execução do Regulamento (CEE) nº1907/90, do Conselho, de 26 de junho, relativo a certas normas de comercialização aplicáveis aos ovos pelo que o código utilizado no estabelecimento é o seguinte: 1- ar livre, 2- solo e 3-gaiolas (Decreto-Lei nº72-F/2003 de 14 de abril). De seguida, tem-se duas letras que representam o país de origem, como o exemplo **PT**, no caso de Portugal. A região do país representada na figura por **Y** identifica a região do país que pode variar entre 1 e 7. Os últimos três dígitos identificam o produtor/exploração e estão representados na figura por **ZZZ** (ASAE, 2005).

### 2.2.3. Validade do ovo

Segundo o Regulamento (CE) nº 589/2008, de 23 de junho, a validade do género alimentício em questão é a de 28 dias após a sua postura, ou seja, a data de durabilidade mínima será determinada a partir da data de início do período de postura (ASAE, 2005).

#### 2.2.4. Classificação e categoria dos ovos

Os ovos produzidos pelas galinhas poedeiras nos pavilhões de postura são transportados por tapetes até ao centro de classificação. Após uma primeira observação e análise são divididos quanto ao seu tipo (brancos, sujos, partidos/fissurados). Seguem-se recolhas de amostras para análises de rotina e consoante o lote a embalar é dada a entrada na Máquina de Classificação. Neste caso, recolhem-se 12 ovos semanalmente e são enviados para o laboratório das Rações Zêzere, S.A. para controlo físico-químico e microbiológico. Mensalmente, retiram-se também 12 ovos para serem analisados pela *ControlVet*. Antes de os ovos serem divididos pelo seu peso, os mesmos são submetidos a uma inspeção final no ovoscópio, a fim de detetar eventuais anomalias na casca e no aspeto geral do interior do ovo. Assim, de acordo com o artigo 4º do Regulamento (CE) nº 589/2008 da comissão de 23 de junho de 2008 que estabelece as regras de execução do Regulamento (CE) nº1234/2007 do Conselho no que respeita às normas de comercialização dos ovos, a classificação dos ovos da categoria A em função do peso é apresentada na tabela 5.

Tabela 5: Classificação dos ovos em função do peso (Regulamento (CE) nº 589/2008)

Classes	Peso
XL- Gigante	$\geq 73$ g
L- Grande	$\geq 63$ g e $< 73$ g
M-Médio	$\geq 53$ g e $< 63$ g
S- Pequeno	$< 53$ g

Os ovos que não apresentam os níveis mínimos de qualidade (categoria B) ou seja ovos de segunda qualidade ou conservados são retirados e destruídos e os outros (categoria A), isto é, ovos frescos, continuam o seu percurso passando pela seleção até estarem devidamente embalados (Regulamento (CE) nº 589/2008 da Comissão de 23 de junho de 2008). As embalagens que acondicionam os ovos são selecionadas tendo em conta a capacidade de preservação do produto e as exigências do consumidor/cliente.

#### 2.3. Qualidade do ovo

A qualidade dos ovos destinados ao consumo humano traduz-se num conjunto de características que afetam a aceitabilidade para o consumidor, sendo determinado por

parâmetros externos, internos e microbiológicos. Para tal, o controlo e a avaliação em todas as etapas do processo produtivo são fundamentais para garantir a qualidade deste alimento.

### **2.3.1. Parâmetros externos**

A qualidade externa é avaliada através do peso e forma do ovo e nas características da casca (espessura, resistência mecânica, coloração, forma, limpeza e estado).

#### **2.3.1.1. Peso e forma do ovo**

O peso do ovo é uma característica que influencia a qualidade dos ovos bem como o tamanho, uma vez que ambos dependem da estirpe da galinha em questão. Estes dois parâmetros aumentam com a idade da ave.

Por outro lado, a taxa de postura, a idade da galinha, o tamanho corporal, o tipo de alimentação e consumo de água, o meio envolvente e a temperatura são fatores que afetam o peso de cada ovo (Marion, Nordskog, Tolman, & Forsythe, 1964). O peso manifesta-se na proporção de albúmen, gema e casca.

Quando os ovos estão sujeitos a temperaturas elevadas e humidade baixa, os mesmos transpiram, intensificando a perda de CO<sub>2</sub> e água para o meio, resultando uma perda no peso inicial. Esta perda também aumenta com o tempo de armazenamento e a intensidades destas perdas aumenta em função da temperatura e humidade do ambiente (Barbosa, Sakomura, Mendonça, Freitas, & Fernandes, 2008). Por outro lado, quando os ovos são armazenados por longos períodos pode ocorrer a redução do peso do ovo devido à perda de água e a centralização da gema (Alleoni & Antunes, 2001).

Portanto, apesar de os ovos serem classificados dentro dos valores legislados para a respetiva classe, com o decorrer dos dias e em condições de temperaturas mais elevadas, os mesmos perdem peso devido às suas características relacionadas com a casca, nomeadamente a permeabilidade e a porosidade.

Em relação à forma do ovo, se esta apresentar uma anormalidade a nível visual, ou seja, uma forma arredondada ou afunilada, o ovo não pode ser classificado como ovo de categoria A, dado que o facto de não serem resistentes, são suscetíveis de sofrerem quebras no embalamento e transporte (Jacob, Miles, & Mather, 2011).

### **2.3.1.1. Casca**

As características da casca do ovo são determinantes na sua qualidade, dado que realçam visualmente o seu aspeto para os consumidores e produtores de ovos bem como o facto de a casca ser a primeira barreira contra a entrada de patogénicos. Os defeitos da casca são responsáveis pelas eventuais quebras de produção. O tamanho e o peso do ovo são fatores dependentes da qualidade da casca, não esquecendo que as boas práticas de manejo na saúde das aves, a nutrição (alimentação mineral), a genética, a produção e manipulação dos ovos contribuem também para o aumento da qualidade da casca. É de notar que o fósforo combinado com o cálcio nos ossos das aves sob a forma de cristais de hidroxiapatita são essenciais para a qualidade da casca (Fernandes, 2014).

Os iões de carbonato são responsáveis por formar o carbonato de cálcio da casca provenientes do sangue e do útero. Caso algo interrompa o fornecimento de carbonato, os ovos surgem com casca fina. Isto acontece frequentemente quando as aves tentam remover o excesso de calor e energia aumentando a taxa de respiração, removendo dióxido de carbono do sangue e reduzindo os iões de carbonato disponíveis para a formação da casca (Balnave, Yoselewitz, & Dixon, 1989).

Por outro lado, as formulações da ração para estes animais não devem ser deficientes em vitamina D, uma vez que resultará um transporte insuficiente de cálcio até ao útero da galinha e por conseguinte, a estrutura e a espessura da casca serão afetadas negativamente (Hurwitz, 1987).

Assim, a qualidade da casca é avaliada pela sua coloração e medição da espessura.

A coloração da casca dos ovos é uma característica genética controlada por vários genes reguladores da deposição de pigmentos denominados porfirina na casca que são derivados da hemoglobina. A escala de coloração varia desde a cor branca à castanha escura (Hall, 1944). A intensidade da cor varia com a idade da ave, ou seja, em animais mais velhos a cor torna-se mais atenuada (Lang & Wells, 1987). Os pigmentos da casca de ovo castanha são depositados numa área de superfície maior, pois ocorre o aumento de peso dos ovos à medida que a galinha envelhece (Solomon, 1997). Todavia, se surgir algum processo inflamatório nas porções finais do oviduto da galinha, a cor da casca dos ovos pode alterar-se, uma vez que interferem com a capacidade de mobilizar os pigmentos já referidos (Rose, 1997).

Por exemplo, galinhas de penas brancas colocam ovos brancos e galinhas de penas castanhas colocam ovos de cor castanha. No entanto, algumas vezes, podem surgir variações de coloração em aves do mesmo bando e da mesma estirpe (Jacob, Miles, & Mather, Egg Quality, 2011).

Salienta-se que não existem diferenças nos valores nutritivos entre os ovos de casca branca e ovos de casca castanha (FAO, 2010).

A espessura da casca é afetada pela idade da galinha, dado que quando mais velha for a ave, maior será o ovo produzido e menor será a espessura da casca, uma vez que esta permanece constante, após as primeiras 12 semanas de postura, enquanto o peso dos ovos aumenta (Roland, 1980). Por outro lado, com o aumento da idade da galinha, também diminui a capacidade do intestino assimilar o cálcio da alimentação bem como eficiência menor na transformação da vitamina D<sub>3</sub>, resultado numa menor espessura da casca (Elaroussi, Forte, Eber, & Biellier, 1994).

Por outro lado, a espessura da casca influencia o aparecimento das fendas nos ovos provocando efeitos negativos durante o período de armazenamento, dado que existem mais perdas de humidade e por conseguinte uma deterioração mais rápida do ovo (Bennett, 1992).

Todavia, os ovos de cor castanha apresentam uma espessura maior porque as galinhas que lhes dão origem também são maiores e necessitam de uma maior quantidade de alimento.

Outros fatores que influenciam a espessura da casca são as condições meteorológicas, o *stress*, a alimentação e eventuais doenças (Coutts, Wilson, & Fernández, 2007).

Um ovo é considerado de boa qualidade quando a espessura da casca apresentar o intervalo de 0,035-0,040  $\mu\text{m}$  (Icken, Schumut, & Preisinger, 2006). A casca deve estar sempre limpa, íntegra e sem deformações, pois cascas resistentes protegem a parte interna do ovo. Além disso, grandes deformações prejudicam o aspeto visual e podem causar problemas sanitários ao animal (Sarcinelli, Venturini, & Silva, 2007).

A medição da espessura da casca dos ovos é importante ser efetuada a uma amostragem de dois ovos por cada pavilhão, semanalmente, pelo departamento da qualidade, a fim de avaliar se a espessura da casca corresponde com a idade das galinhas de forma correta. Caso

apareçam ovos com uma casca frágil e as galinhas apresentam uma idade em que era suposto obter ovos com casca resistente deve-se comunicar ao departamento de produção para que avalie as condições fisiológicas e de saúde das galinhas juntamente com o Veterinário, a fim de perceber se existe algum problema. Por vezes, este traduz-se na deficiência de vitaminas/suplementos e torna-se assim necessário administrar os mesmos para fortalecer a casca.

### **2.3.2. Parâmetros internos**

A nível interno, a qualidade avalia-se através de dois componentes: a gema e clara. Os parâmetros afetos à gema são: coloração, identificação da ausência de manchas de sangue, posição, odor e pigmentação. Para a avaliação da qualidade da clara tem-se a medição da altura do albúmen, presença ou ausência de manchas de carne, a viscosidade e a transparência. Também se procede à medição da câmara de ar para efeitos de qualidade.

#### **2.3.2.1. Gema**

A qualidade da gema é avaliada pela sua cor e ausência de manchas de sangue.

A coloração da gema é um critério de qualidade utilizado pelo consumidor na aceitação ou rejeição deste género alimentício dado a sua atração pela cor. Esta relaciona-se com a composição da alimentação da galinha, nomeadamente com o conteúdo de xantofilas que são os pigmentos pertencentes ao grupo dos carotenóides e com a capacidade da ave de absorver e assimilar esses pigmentos, dado que os mesmos são movimentados dos músculos e pele para o ovário no início da maturidade sexual da galinha e depois, para a gema durante a fase da ovulação (Carle & Schweiggert, 2016) .

Assim, a cor da gema é variável, dado que depende no tipo e na proporção dos compostos referidos e pode ser adaptada à preferência do consumidor através da adição de ingredientes na matéria-prima a ser ingerida pela galinha (Galobart, et al., 2004). A cor varia entre um amarelo claro e o laranja forte, pelo que quanto maior for a quantidade das substâncias pigmentares na alimentação da ave, mais escura e forte, ou seja, mais laranja é a tonalidade da gema (Sarcinelli, Venturini, & Silva, 2007).

Por outro lado, o controle da coloração da gema pelo departamento da qualidade é importante, uma vez que indica o estado fisiológico das galinhas e se as mesmas precisam ou não de ingerirem mais vitaminas.

É importante realçar também que a intensidade da coloração da gema não afeta o valor nutricional do ovo (Miranda, et al., 2015).

A presença das manchas de sangue na gema são o principal defeito para o consumidor.

Durante a libertação do folículo, na fase da ovulação, se o mesmo não se dividir pelo estigma, ocorre a ruptura dos vasos sanguíneos, dado que é uma área bastante vascularizada, originando as manchas de sangue que aparecem na gema (Solomon, S., 2002). Apresentam um diâmetro muito variável e são afetadas por níveis de vitamina A e K, toxinas fúngicas, programas de luz e idade do animal (Becker & Bearse, 1973).

### **2.3.2.2. Clara**

A qualidade da clara traduz a frescura do ovo e assenta na aparência da clara, consistência, transparência, viscosidade e ausência de manchas de carne.

Assim, a qualidade do albúmen é um parâmetro mensurável e depende da altura do albúmen espesso, ou seja, quanto mais fresco for o ovo, maior será a consistência do albúmen e por conseguinte, melhor é a qualidade. Também é afetada pela idade das galinhas e pelas condições de armazenamento do ovo, tais como, a temperatura e o tempo.

A frescura do ovo é medida através da Unidade Haugh.

As unidades Haugh é um dos parâmetros utilizados como medida padrão de qualidade interna do ovo. Este conceito surgiu em 1937 por Raymond Haugh, sendo frequentemente usado pela indústria avícola. O valor da unidade de Haugh é obtido através da expressão (2) que relaciona o peso inteiro do ovo ( $W$ ), em gramas, com a altura do albúmen espesso ( $h$ ), em milímetros (Haugh, 1937).

$$HU = 100 \times \log(h - 1,7 \times W^{0,37} + 7,57) \quad (2)$$

Através do valor obtido pela expressão anterior, os ovos podem ser classificados em três categorias: AA, A e B. Assim, os ovos que apresentam  $HU \geq 72$  são considerados de

excelente qualidade (AA). Seguem-se os ovos de qualidade média (A) com  $60 \leq HU \leq 71$  e os ovos de qualidade inferior (B) com  $HU < 60$  (USDA, 2012). É de notar que os ovos que se enquadram nesta última categoria são automaticamente rejeitados.

Por outro lado, o valor da unidade Haugh de ovos frescos também diminui com o aumento da idade da galinha poedeira (Alleoni & Antunes, 2001). As altas temperaturas e a humidade baixa durante o armazenamento dos ovos, as doenças e as toxinas também são fatores que influenciam as unidades Haugh.

As manchas de carne são defeitos que aparecem na clara espessa ou nas calazas e geralmente são de cor castanha. Estas manchas formam-se durante o processo de formação do ovo, quando se dá o rompimento da parede do oviduto, ou seja, provêm da descamação do sistema reprodutor da galinha (Solomon, S., 2002). As referidas manchas variam em tamanho, atingindo um diâmetro de 0,5 mm a mais de 3 mm e aumentam com a idade da galinha e com o *stress* (Coutts, Wilson, & Fernández, 2007).

### **2.3.2.3. Câmara de ar**

A câmara de ar é um parâmetro que também avalia a frescura de um ovo e resulta de um pequeno espaço criado pelo afastamento das duas membranas que separam a casca da clara no polo mais largo do ovo. Após o ovo estar em contacto com o exterior, a câmara enche-se de ar, uma vez que ocorre uma ligeira contração devido ao arrefecimento do ovo e o vácuo resultante favorece a entrada de ar na câmara (Neiman-Sorensen & Tribe, 1995).

O tempo de armazenamento e temperaturas inconstantes influenciam a frescura do ovo, pois resulta no aumento do tamanho da câmara de ar. À medida que o ovo envelhece, a perda de humidade por evaporação é maior e o conteúdo interno do ovo contrai-se, resultando no aumento da dimensão da câmara de ar, pelo que é fundamental proceder à medição desta, a fim de comprovar se o ovo é ou não é fresco (Seterehdan & Kondo, 2013).

### **2.3.3. Parâmetros Físicos-Químicos**

A qualidade do ovo é avaliada pela viscosidade da clara e pelo pH do ovo.

A viscosidade é uma propriedade física e define-se como a resistência ao escoamento resultante do atrito entre as camadas do fluido (Daubert & Foegding, 2009). Assim, a

viscosidade calcula-se através de um coeficiente que depende da coesão das partículas e da estrutura física e química do fluído, da temperatura, pressão e taxa de corte (Severa, Nedomová, & Buchara, 2009).

As propriedades reológicas da clara líquida e espessa são diferentes entre si. Todavia, os ovos provenientes da mesma galinha são relativamente uniformes. A viscosidade da clara é uma variável qualitativa importante, dado que influencia as características funcionais, isto é, a capacidade estabilizante, emulsionante e coagulante. A qualidade interna do ovo é influenciada pela clara, sendo que uma diminuição da viscosidade provocada por um aumento do pH irá afetar negativamente a capacidade espumante, e, por conseguinte, diminuirá a qualidade do ovo (Kemps, et al., 2010).

A medição do pH é um parâmetro de controlo e qualidade importante, dado que reflete o grau de acidez ou de alcalinidade.

Na fase da postura da galinha, a clara do ovo apresenta valores de pH entre 7,6 e 7,9. A maioria dos microorganismos crescem neste pH. No entanto, à medida que o ovo envelhece, a clara espessa apresenta-se mais fluída devido as reações químicas que envolvem o ácido carbónico, uma vez que este é componente do sistema tampão da clara, fragmentando-se formando água e dióxido de carbono. Este é libertado pelos poros da casca, para o ambiente, promovendo assim a elevação do pH até ao valor de 9,7, aproximadamente. (Li-Chan, Powrie, & Nakai, 1995).

Durante o aumento do armazenamento dos ovos, o pH da clara irá aumentar pelas razões descritas anteriormente, pelo que provocará uma deterioração mais rápida na qualidade. Geralmente, o pH poderá atingir o valor de 9,5, o que provocará um efeito inibidor no crescimento de bactérias (Alleoni & Antunes, 2001).

Portanto, à medida que o pH aumenta as ligações entre as moléculas que compõem a membrana que envolve a gema do ovo começam a ficar mais fracas, pelo que fica menos coesa. Por conseguinte, a água começa a transferir-se da clara para a gema, aumentando o tamanho desta (Sarcinelli, Venturini, & Silva, 2007). Como consequência do aumento do pH, a altura do albúmen (Unidade de Haugh) irá diminuir.

### 2.3.4. Parâmetros Microbiológicos

Os indicadores microbiológicos refletem a qualidade dos alimentos bem como o estado de segurança influenciando o tempo de vida útil.

Neste caso, a deterioração do ovo é um fenómeno microbiológico envolvendo vários microorganismos específicos que são afetados por vários fatores. As características biológicas específicas dos microorganismos responsáveis por essa deterioração são significantes para a sua sobrevivência nos ovos (Liu, et al., 2021).

Assim, as realizações de análises microbiológicas aos ovos são extremamente importantes, a fim de comprovar a frescura, segurança e qualidade alimentar dos mesmos. Os microorganismos afetos a este género alimentício são: Microorganismos a 30 °C, Bactérias Coliformes, *Escherichia coli* (*E.coli*), *Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella*, Bolores e Leveduras.

A presença dos microorganismos a 30 °C especifica a qualidade higiénica dos ovos e o enriquecimento de matéria orgânica degradável, pelo que demonstra o número total de microorganismos viáveis com a capacidade de crescer em meios de crescimento rico sem agentes inibitórios ou seletivos, durante um período de incubação específica e a uma temperatura definida (Tortora, Funke, & Case, 2012).

As bactérias coliformes são Gram negativas, aeróbias ou anaeróbias, apresentam-se na forma de bacilos e persistem mais tempo no alimento e nos equipamentos do que a *Escherichia coli*. (Tortora, Funke, & Case, 2012). No ovo, a presença de um número elevado destas bactérias indicará a possibilidade de contaminação cruzada ou de um processamento inadequado. Assim, através desta análise confirma-se a segurança alimentar dos ovos (Cordeiro, 2014).

A *Escherichia coli* é uma  $\gamma$ -proteobactéria Gram negativa em forma de bacilo considerada patogénica entérica. Pode ser imóvel ou móvel por flagelos e é uma bactéria anaeróbia facultativa. Esta bactéria é fermentadora da lactose, oxidase negativa e catálase positiva (Tortora, Funke, & Case, 2012). A presença da mesma indica contaminação fecal recente, pelo que aquando presente nos ovos associa-se a contaminação na casca.

A *Staphylococcus aureus* é uma bactéria Gram positiva, anaeróbia facultativa e pertence à família *Micrococcaceae*. As células apresentam-se em forma de cocos, agrupadas em cacho e são imóveis. Quando em condições favoráveis, produzem toxinas (enterotoxinas) que são responsáveis pela intoxicação alimentar (Tortora, Funke, & Case, 2012). Assim, a presença desta bactéria indica contaminações cruzadas devido à preparação e manuseamento incorreto do alimento, pelo que os ovos fissurados e os que são armazenados durante muito tempo encontram-se contaminados com *S.aureus*.

As *Enterobacteriaceas* pertencem à classe das  $\gamma$ -proteobactérias e são Gram negativas apresentando-se em forma de bacilos. São aeróbias ou anaeróbias facultativas e fermentadoras de glucose (Tortora, Funke, & Case, 2012). Estão presentes nos solos e a sua inativação é dada através do uso de desinfetantes que são capazes de proliferarem rapidamente quando as condições de higienização são deficientes (Puerta-Garcia & Mateos-Rodríguez, 2010). Assim, a presença destas bactérias permite avaliar falhas no cumprimento de higienização ao longo do processo, equipamentos e espaços.

A *Salmonella* é uma bactéria patogénica, Gram negativa e anaeróbia facultativa e em condições sanitárias inadequadas contamina os alimentos. Esta bactéria cresce em ambientes com temperaturas entre 7 e 48 °C, sendo a sua temperatura ótima de crescimento entre 35 e 37 °C e em ambientes cujo pH varia entre 4,5 e 9,3, sendo o pH ótimo 6,5 e 7,5 (Tortora, Funke, & Case, 2012).

No caso dos ovos, estes podem apresentar contaminação por esta bactéria no seu interior bem como no seu exterior. Assim, pode-se encontrar na casca de acordo com o tipo de contaminação: fezes, pó ou solo. Por outro lado, quando a mesma está presente dentro do ovo, a clara e a gema ficam infetadas (Ruivo, 2013).

Os bolores são fungos filamentosos e multicelulares compostos por longos filamentos (hifas), formando uma massa visível de células que constituem o corpo do organismo (micélio). As leveduras são fungos unicelulares, não filamentosos, esféricos ou ovais e reproduzem-se muito mais rapidamente que os fungos. Estes microrganismos são capazes de crescer tanto a pH igual a 2 como a pH superior a 9. A temperatura de crescimento situa-se entre os 10 °C e os 35 °C. Tanto os bolores como as leveduras provocam vários níveis de deterioração e decomposição e representam um perigo para a saúde humana, devido à sua

capacidade de produzirem micotoxinas (Tortora, Funke, & Case, 2012). São considerados um indicador de higiene.

Uma vez que a capacidade de proliferação destes microorganismos é rápida no alimento, a qualidade deste é comprometida. A contaminação microbiológica dos ovos procede-se pela transmissão vertical, transovárica ou através do oviduto e horizontal. A primeira é a contaminação do albúmen, e/ou membrana vitalina e/ou gema por microorganismos que se encontram no ovário da galinha ou durante a passagem do ovo através do oviduto, pelo que as bactérias esta via de transmissão é consequência das bactérias que invadem o aparelho reprodutor da galinha e é a principal via de contaminação da *Salmonella*. A transmissão horizontal é a contaminação após a postura e está relacionada com a poluição ambiental, uma vez que envolve a contaminação do ovo através dos poros da casca quando este entra em contacto com fezes ou superfícies contaminadas afetando as componentes do ovo (Marques, 2017).

### **2.3.5. Limites de Aceitação**

Os resultados das análises laboratoriais realizadas aos parâmetros físico-químicos e organoléticos (Reg. Nº 589/2008) e microbiológicos (Reg. Nº 1441/2007) são avaliados através dos limites de aceitação estipulados pela Zêzero com base na legislação em vigor. Tais valores estão apresentados na tabela 6.

## Estudo da Qualidade de Ovos

Tabela 6: Limites de Aceitação para os respetivos parâmetros ( Departamento da Qualidade, 2016)

	Parâmetros	Limites de Aceitação
Físico-Químicos e Organoléuticos	pH do ovo	7,0 – 8,5
	pH da clara	≤ 9,4
	Altura da câmara de ar	< 6 mm
	Altura do albúmen (clara)	≥ 4 mm
	Unidades <i>Haugh</i>	≥ 60
	Cor da gema (escala Roche)	12 a 14
	Manchas de Sangue	10 % *
	Manchas de Carne	10 % *
	Microbiológicos	Microorganismos a 30 °C
Coliformes		< 1 ufc/g
<i>E.coli</i>		< 1 ufc/g
<i>Enterobacteriaceas</i>		≤ 1 ufc/g
<i>Salmonella</i>		Negativo em 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>		< 1 ufc/g
Bolores e Leveduras		< 1 ufc/g

\* aplicável ao total de amostragem de ovos

Segundo o artigo 2º do Reg. Nº 589/2008, os ovos da categoria A são de qualidade se respeitarem os critérios apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Caraterísticas qualitativas dos ovos (adaptado do Reg.Nº 589/2008)

Parâmetros	Caraterísticas qualitativas
Casca e Cutícula	Forma normal, limpas, intactas
Câmara de ar	Imóvel
Gema	Visível à miragem somente sob a forma de sombra, sem contorno aparente, movendo-se ligeiramente e caso de rotação do ovo, mas regressando à posição central
Clara	Límpida e translúcida
Cicatricula	Desenvolvimento impercetível
Matérias estranhas	Não admitidas
Cheiros estranhos	Não admitidos

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

---

O presente trabalho incluiu atividades laboratoriais que visaram estudar a qualidade dos ovos, ou seja, analisar quais são os ovos com melhor qualidade tendo por base os diferentes modos de produção das galinhas poedeiras (gaiola, solo e ar livre). Estas atividades decorreram no laboratório interno de controlo de qualidade na Zêzerovo, e consistiram em análises físico-químicas. Para complementar o estudo, procedeu-se ao envio de amostras de 12 ovos de cada tipo de produção, semanalmente, para o laboratório das Rações Zêzere, uma empresa do mesmo grupo, a fim de serem analisados alguns parâmetros complementares físico-químicos, organoléticos e microbiológicos. Mensalmente, enviaram-se amostras de 12 ovos para a *ControlVet*, a fim de se concluir acerca dos parâmetros nutricionais. Os valores foram facultados por meio de boletins de análise.

#### **3.1. Amostragem**

Na realização deste estudo, analisaram-se 6 ovos durante 24 semanas resultando num total de 144 ovos de cada tipo de produção (gaiola, solo e ar livre).

#### **3.2. Descrição do procedimento**

Os parâmetros físico-químicos analisados aos ovos de gaiola, solo e ar livre no laboratório interno na Zêzerovo foram os seguintes:

- Peso do Ovo
- Câmara de ar
- Altura do Albúmen
- Unidades Haugh
- Manchas de Sangue
- Manchas de Carne
- Cor da gema
- pH do ovo

No laboratório das Rações Zêzere analisaram-se os seguintes parâmetros apresentados nos boletins, tais como:

- Casca: Forma (Lisa/Rugosa), Cor (Normal / Anormal), Limpeza (Limpo/Sujo), Partidos (Sim/Não) , Câmara de ar, Resistência Mecânica
- Gema: Posição (Centrada/Não Centrada), Sangue (Isento/Presente), Pigmentação (Normal/Anormal), Odor (Isento/Presente), N° Cor (escala de Roche)
- Clara: Viscosidade (Sim/Não/Pouca), Corpos Estranhos (Isento/Presente), Transparência (Isento/Presente)
- pH do ovo
- pH da clara
- Humidade (IT.08.03- método clássico)
- Extrato Seco (método gravimétrico)

Os parâmetros microbiológicos analisados nos laboratórios das Rações Zêzere e referidos nos boletins foram os seguintes:

- Contagem de Microorganismo a 30°C (ISO 4833)
- Contagem de Bactérias Coliformes (ISO 4832)
- Contagem de *Escherichia coli* (ISO 16649-2)
- Contagem de *Staphylococcus aureus* (NP 4400-2)
- Contagem de *Enterobacteriaceas* (NF ISO 21528-2)
- Pesquisa de *Salmonella* (ISO 6579 Mini-Vidas)
- Contagem de Bolores e Leveduras (ISO 21527-1)

Os parâmetros nutricionais analisados pelo laboratório da *ControlVet* às amostras dos ovos foram os seguintes:

- Humidade (MI LAQ 96.08)
- Cinza Total (MI LAQ 95.06)
- Hidratos de Carbono (MI LAQ 204.05)
- Proteína (MI LAQ 132.06)
- Fibras Alimentares (MI LAQ 102.04)
- Gordura / Lípidos (MI LAQ 208.05)

- Sódio (MI LAQ 75.10)
- Perfil Ácidos Gordos (MI LAQ 209.02)
- Valor energético (MI LAQ 203.04)
- Açúcares (MI LAQ 225.05)
- Sal (MI LAQ 202.02)

As análises realizadas internamente aos parâmetros físico-químicos e organoléticos iniciaram-se pelo preenchimento, no programa informático denominado por “QMC + *EggWare*” dos seguintes dados: pavilhão, lote, data da postura, número de ovos analisados, operador, sistema de produção e a identificação do centro de classificação. De seguida, procedeu-se ao teste de controlo de qualidade dos ovos.

O peso dos ovos foi determinado numa balança digital (figura 8) de marca *Navigator*, modelo *OHAUS*.

A medição da altura do albúmen obteve-se depois de partir o ovo para a bancada de espelhos (figura 9), em que se posicionou a agulha da sonda sensivelmente a 1 cm da gema, pressionou-se e procedeu-se à leitura direta das unidades de Haugh visível no medidor de unidades HU (figura 10).

Mediu-se a câmara de ar com uma régua graduada para o efeito que tem uma abertura em forma de ovo.

Visualizou-se a presença ou ausência de manchas de sangue e de carne na clara e gema, respetivamente.

A coloração da gema classificou-se de acordo com a escala de Roche utilizando o leque colorímetro. Este apresenta 15 graduações de cor numeradas de 1 (amarelo claro) a 15 (laranja avermelhado).

Para medir o pH do ovo, colocou-se o ovo (já partido) para o gobelet, homogeneizou-se com a ajuda de uma vareta e colocou-se no potenciómetro da marca *HANNA* (figura 11) previamente calibrado.

Por fim, mediu-se com a ajuda do micrómetro a espessura da casca do ovo.

É de notar que este parâmetro será avaliado em detalhe no laboratório das Rações Zêzere.



Figura 8: Pesagem do ovo na balança digital



Figura 9: Medição da altura do albúmen de um ovo



Figura 10: Menu do medidor da altura do albúmen



Figura 11: Medição do pH de um ovo

### **3.3. Análise Estatística**

Após a obtenção dos valores dos parâmetros das análises físico-químicas e organoléticos aos ovos de cada tipo de produção, procedeu-se ao estudo estatístico através do software IBM SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 27.

Primeiramente, e recorrendo ao Excel ® do MS Office 365, analisou-se o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), a fim de avaliar o grau de relação de amostras bivariadas quantitativas exprimindo o grau de correlação através dos valores situados entre -1 e 1. De seguida, recorrendo-se ao SPSS, procedeu-se ao estudo da hipótese nula de igualdade das variâncias populacionais e usou-se o teste de comparações múltiplas (combinação das médias duas a duas) aquando as variâncias diferentes.

É de notar que estes testes são relativamente robustos a desvios à hipótese da normalidade, em particular se a dimensão dos dados for superior a 25 em cada grupo, e neste caso são 144 observações por grupo (Afonso & Nunes, 2019).



## 4.Resultados e Discussão

---

### 4.1. Análises físico-químicas e organoléticas

#### 4.1.1 Correlações Lineares de Pearson

Dentro de cada grupo (gaiola, solo e ar livre) analisou-se o coeficiente de correlação de Pearson e, por conseguinte, o grau de relação entre parâmetros físico-químicos e organoléticos através de valores situados entre -1 e 1.

Assim, para  $r \approx -1$  existe uma relação linear negativa muito elevada (as variáveis estão correlacionadas e quando o valor de uma variável aumenta, a outra diminui); para  $r \approx 0$  não existe associação linear entre as variáveis e para  $r \approx 1$  existe associação linear positiva muito elevada (nota-se um aumento no valor de uma variável quando a outra também aumenta).

Os valores dos coeficientes de correlação linear entre os diversos parâmetros de cada grupo apresentam-se nas tabelas 8, 9 e 10.

Estudo da Qualidade de Ovos

Tabela 8: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de gaiola

<b>GAIOLA</b>	Cavidade ar	Peso	Altura Albúmen	Unidades Haugh	Manchas Sangue	Manchas Carne	Cor Gema	pH
Cavidade do ar	---	---	---	---	---	---	---	---
Peso	0,144304	---	---	---	---	---	---	---
Altura albúmen	-0,103365	-0,001876	---	---	---	---	---	---
Unidades Haugh	-0,075218	-0,133964	---	---	---	---	---	---
Manchas Sangue	-0,037245	0,096195	0,0285942	0,008343	---	---	---	---
Manchas Carne	0,025559	0,194316	0,0541028	0,018186	0,24757115	---	---	---
Cor Gema	-0,40674	-0,038027	0,1455916	0,129368	-0,0213641	-0,0720118	---	---
pH	0,107696	-0,186705	-0,1535520	-0,127573	0,0148387	-0,1245723	-0,127381	---

Tabela 9: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de solo

<b>SOLO</b>	Cavidade ar	Peso	Altura Albúmen	Unidades Haugh	Manchas Sangue	Manchas Carne	Cor Gema	pH
Cavidade do ar	---	---	---	---	---	---	---	---
Peso	0,260915	---	---	---	---	---	---	---
Altura albúmen	-0,104437	0,0587616	---	---	---	---	---	---
Unidades Haugh	-0,155903	-0,218684	---	---	---	---	---	---
Manchas Sangue	---	---	---	---	---	---	---	---
Manchas Carne	-0,090808	-0,018411	-0,136898	-0,1224970	---	---	---	---
Cor Gema	-0,010119	0,1225232	0,0779988	0,0486152	---	0,034173	---	---
pH	-0,020864	-0,212101	-0,020818	0,0425191	---	-0,18682	-0,27399	---

Tabela 10: Análise das correlações entre os parâmetros para o sistema de ar livre

AR LIVRE	Cavidade ar	Peso	Altura Albúmen	Unidades Haugh	Manchas Sangue	Manchas Carne	Cor Gema	pH
Cavidade do ar	---	---	---	---	---	---	---	---
Peso	0,1267591	---	---	---	---	---	---	---
Altura Albúmen	-0,048100	0,0363041	---	---	---	---	---	---
Unidades Haugh	-0,091871	-0,300364	---	---	---	---	---	---
Manchas Sangue	-0,103452	-0,094835	0,0077607	0,0414229	---	---	---	---
Manchas Carne	-0,355129	-0,090422	-0,068694	-0,019957	0,1774886	---	---	---
Cor Gema	0,0330503	-0,026414	-0,038895	-0,027205	-0,073483	-0,028867	---	---
pH	-0,039682	-0,034511	-0,085027	-0,068539	0,0415791	0,1627043	0,1278688	---

Legenda

	$0 <  r  < 0,1$	Desprezável
	$0,1 <  r  < 0,5$	Fraca
	$0,5 <  r  < 0,8$	Moderada
	$0,8 <  r  < 1$	Forte

Através dos resultados da tabela 8, 9 e 10 verifica-se que nos três sistemas de criação, a correlação entre os parâmetros é maioritariamente desprezável ou fraca. Isto significa que as variáveis são independentes entre si, exceto as que estão presentes na equação 2 (peso, altura do albúmen e unidades Haugh). Assim, sugere-se como trabalho futuro proceder-se à proposta de um modelo do tipo qualidade = f (variáveis), não se considerando o peso e a altura do albúmen, dado que estão representadas na equação (2).

#### 4.1.2. Teste ANOVA

De seguida, procedeu-se ao estudo da comparação entre grupos (os três sistemas de criação de galinhas) considerando-se como hipótese nula ( $H_0$ ) que a média dos diferentes parâmetros é igual nos três grupos, procedendo-se ao teste ANOVA para cada parâmetro em separado e com um nível de confiança de 95%.

É de referenciar que as diferenças entre as médias foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ . Assim, apresentam-se os valores obtidos para cada parâmetro (tabelas 11 a 34) sendo que os resultados detalhados se encontram nos anexos.

Tabela 11: Teste ANOVA para a cavidade do ar

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor -p
Entre grupos	12,471	2	6,370	45,048	0,000
Nos Grupos	60,667	429	0,141		
Total	73,407	431			

Tabela 12: Comparações múltiplas para a cavidade do ar

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor-p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	0,05556	0,04432	0,422	-0,0487	0,1598
	Ar livre	0,38889	0,04432	0,000	0,2847	0,4931
Solo	Gaiola	-0,05556	0,04432	0,422	-0,1598	0,0487
	Ar livre	0,33333	0,04432	0,000	0,2291	0,4376
Ar livre	Gaiola	-0,38889	0,04432	0,000	-0,4931	-0,2847
	Solo	-0,33333	0,04432	0,000	-0,4376	-0,2291

Tabela 13: Teste de Tukey para a cavidade do ar

Subconjunto para $\alpha = 0,05$			
Tipo	N	1	2
Ar livre	144	1,7222	
Solo	144		2,0556
Gaiola	144		2,1111
Valor-p		1,000	0,422

Analisando os resultados obtidos através do teste ANOVA (tabela 11) para o parâmetro referente à cavidade do ar, verificou-se a diferença entre as médias, ou seja, rejeitou-se a hipótese nula, notando que a diferença entre os grupos foi significativa com um nível de confiança de 95%. Através das comparações múltiplas verificou-se que a média da cavidade do ar é semelhante (não é significativamente diferente) entre as galinhas criadas no solo e nas gaiolas. Por outro lado, a média da cavidade do ar dos ovos das galinhas criadas no ar livre é significativamente diferente das de solo e gaiola.

Tabela 14: Teste ANOVA para o peso

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor-p
Entre grupos	993,392	2	496,696	13,601	0,000
Nos Grupos	15667,135	429	36,520		
Total	16660,527	431			

Tabela 15: Comparações múltiplas para o peso

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor-p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	3,60000	0,71220	0,000	1,9250	5,2750
	Ar livre	1,00764	0,71220	0,334	-0,6674	2,6826
Solo	Gaiola	-3,60000	0,71220	0,000	-5,2750	-1,9250
	Ar livre	-2,59236	0,71220	0,001	-4,2674	-1,9174
Ar livre	Gaiola	-1,00764	0,71220	0,334	-2,6826	0,6674
	Solo	2,59236	0,71220	0,001	0,9174	4,2674

Tabela 16: Teste de Tukey para o peso

Tipo	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1	2
Solo	144	64,2458	
Ar livre	144		66,8382
Gaiola	144		67,8458
Valor - p		1,000	0,334

Em relação ao parâmetro do peso, rejeitou-se a hipótese nula de que a média do mesmo é semelhante nas três populações (tabela 14). Assim, o grupo do sistema de criação em solo é um subconjunto diferente do outro subconjunto Ar livre e Gaiola, ou seja, existe uma diferença estatisticamente significativa entre a média do peso das de Solo e Ar livre e Gaiola, mas não entre os modos de criação Ar livre e Gaiola ( valor - p = 0,334 > 0,05) como confirma o teste de Tukey (tabela 16).

Tabela 17: Teste ANOVA para a altura do albúmen

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor - p
Entre grupos	1,423	2	0,712	0,921	0,399
Nos Grupos	331,606	429	0,773		
Total	333,030	431			

Tabela 18: Comparações múltiplas para a altura do albúmen

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor-p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	-0,4028	0,10361	0,920	-0,2840	0,2034
	Ar livre	-0,13681	0,10361	0,385	-0,3805	0,1069
Solo	Gaiola	0,4028	0,10361	0,920	-0,2034	0,2840
	Ar livre	-0,9653	0,10361	0,621	-0,3402	0,1472
Ar livre	Gaiola	0,13681	0,10361	0,385	-0,1069	0,3805
	Solo	0,09653	0,10361	0,621	-0,1472	0,3402

Tabela 19: Teste de Tukey para a altura do albúmen

Tipo	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1	
Solo	144	12,2083	
Ar livre	144	12,2486	
Gaiola	144	12,3451	
Valor-p		0,385	

Relativamente à altura do albúmen (clara), aceitou-se a hipótese nula de que a mesma é semelhante nos três modos de criação (tabela 17) , ou seja, aceita-se a igualdade da média da altura do albúmen nas três populações. Neste caso, como o teste de ANOVA não acusou diferenças, verificou-se através do teste de Tukey ( tabela 19) que só existe um subconjunto, o que confirmou a semelhança entre as amostras (valor – p = 0,385 > 0,05).

Tabela 20: Teste ANOVA para as unidades Haugh

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor – p
Entre grupos	103,380	2	51,690	1,970	0,141
Nos Grupos	11257,245	429	26,241		
Total	11360,625	431			

Tabela 21: Comparações múltiplas para as unidades Haugh

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor – p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	-1,05000	0,60370	0,192	-2,4698	0,3698
	Ar livre	-1,02500	0,60370	0,207	-2,4448	0,3948
Solo	Gaiola	1,05000	0,60370	0,192	-0,3698	2,4698
	Ar livre	0,02500	0,60370	0,999	-1,3948	1,4448
Ar livre	Gaiola	1,02500	0,60370	0,207	-0,3948	2,4448
	Solo	-0,02500	0,60370	0,999	-1,4448	1,3948

Tabela 22: Teste de Tukey para as unidades de Haugh

Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
Tipo	N	1
Solo	144	106,3340
Ar livre	144	107,3590
Gaiola	144	107,3840
Valor – p		0,192

No parâmetro das unidades Haugh também se aceitou a hipótese nula de que o efeito do tipo de produção sobre este parâmetro é semelhante nas três populações (tabela 20). O teste de Tukey (tabela 22) confirma um único subconjunto ( valor – p = 0,192 > 0,05) revelando a semelhança entre as amostras.

Estudo da Qualidade de Ovos

Tabela 23: Teste ANOVA para as manchas de sangue

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor – p
Entre grupos	0,060	2	0,030	1,020	0,362
Nos Grupos	12,660	429	0,030		
Total	12,720	431			

Tabela 24: Comparações múltiplas para as manchas de sangue

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor – p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	0,00694	0,02024	0,937	-0,0407	0,0546
	Ar livre	-0,02083	0,02024	0,559	-0,0684	0,0268
Solo	Gaiola	-0,00694	0,02024	0,937	-0,0546	0,0407
	Ar livre	-0,02778	0,02024	0,356	-0,0754	0,0198
Ar livre	Gaiola	0,02083	0,02024	0,559	-0,0268	0,0684
	Solo	0,02778	0,02024	0,356	-0,0198	0,0754

Tabela 25: Teste de Tukey para as manchas de sangue

Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
Tipo	N	I
Solo	144	0,0139
Ar livre	144	0,0208
Gaiola	144	0,0417
Valor – p		0,356

Para o parâmetro relativo às manchas de sangue na gema do ovo, os resultados da ANOVA (tabela 23) não permitem rejeitar a hipótese nula, pelo que o efeito do tipo de produção não afeta de forma significativa o número médio de manchas. Verificou-se que só existe um subconjunto (tabela 25), o que confirmou a igualdade entre as amostras (valor – p = 0,356 > 0,05).

Tabela 26: Teste ANOVA para as manchas de carne

	Soma dos Quadrados	Df	Quadrado médio	Z	Valor – p
Entre grupos	0,171	2	0,086	0,384	0,681
Nos Grupos	95,569	429	0,223		
Total	95,741	431			

Tabela 27: Comparações múltiplas para as manchas de carne

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor - p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	0,04861	0,05562	0,657	-0,0822	0,1794
	Ar livre	0,02778	0,05562	0,872	-0,1030	0,1586
Solo	Gaiola	-0,04861	0,05562	0,657	-0,1794	0,0822
	Ar livre	-0,02083	0,05562	0,926	-0,1517	0,1100
Ar livre	Gaiola	-0,02778	0,05562	0,872	-0,1586	0,1030
	Solo	0,02083	0,05562	0,926	-0,1100	0,1517

Tabela 28: Teste Tukey para as manchas de carne

Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
Tipo	N	1
Solo	144	0,0972
Ar livre	144	0,1181
Gaiola	144	0,1458
Valor - p		0,657

Em relação à presença de manchas de carne também se aceitou a hipótese nula de que este parâmetro de qualidade dos ovos é semelhante nas três populações (tabela 26) . Pelo teste de Tukey (tabela 28) conclui-se que existe um único subconjunto e, por conseguinte, as amostras são todas semelhantes (valor - p = 0,657 > 0,05).

Tabela 29: Teste ANOVA para a cor da Gema

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor - p
Entre grupos	2,005	2	1,002	1,960	0,142
Nos Grupos	219,403	429	0,511		
Total	221,407	431			

Tabela 30: Comparações múltiplas para a cor da Gema

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor - p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	-0,09028	0,08428	0,533	-0,2885	0,1079
	Ar livre	-0,16667	0,08428	0,119	-0,3649	0,0316
Solo	Gaiola	0,09028	0,08428	0,533	-0,1079	0,2885
	Ar livre	-0,07639	0,08428	0,637	-0,2746	0,1218
Ar livre	Gaiola	0,16667	0,08428	0,119	-0,0316	0,3649
	Solo	0,07639	0,08428	0,637	-0,1218	0,2746

Tabela 31: Teste Tukey para a cor da gema

Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
Tipo	N	1
Solo	144	12,4514
Ar livre	144	12,5417
Gaiola	144	12,6181
Valor – p		0,119

No caso da cor da gema pode aceitar-se a hipótese nula de que esta é semelhante nos três tipos de criação de galinhas poedeiras (tabela 29). Os resultados do teste de Tukey (tabela 31) que identificam apenas único subconjunto, confirmam a semelhança entre os três grupos (valor – p = 0,119 > 0,05).

Tabela 32: Teste ANOVA para o pH

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado médio	Z	Valor – p
Entre grupos	0,810	2	0,405	2,552	0,079
Nos Grupos	68,116	429	0,159		
Total	68,926	431			

Tabela 33: Comparações múltiplas para o pH

(I)Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Valor – p	Limite Inferior	Limite Superior
Gaiola	Solo	-0,10604	0,04696	0,063	-0,2165	0,0044
	Ar livre	-0,05028	0,04696	0,533	-0,1607	0,0602
Solo	Gaiola	0,10604	0,04696	0,063	-0,0044	0,2165
	Ar livre	0,05576	0,04696	0,461	-0,0547	0,1662
Ar livre	Gaiola	0,05028	0,04696	0,533	-0,0602	0,1607
	Solo	-0,05576	0,04696	0,461	-0,1662	0,0547

Tabela 34: Teste de Tukey para o pH

Subconjunto para $\alpha = 0,05$		
Tipo	N	1
Solo	144	7,7301
Ar livre	144	7,7803
Gaiola	144	7,8361
Valor – p		0,063

No caso do efeito do tipo de população sobre o pH dos ovos, a hipótese nula da semelhança da média entre os diferentes sistemas não é rejeitada (tabela 32). Portanto, tem-se um único subconjunto com os três sistemas (tabela 34), traduzindo-se na semelhança entre os mesmos (valor –  $p = 0,063 > 0,05$ ).

Em resumo, os testes de ANOVA, com um nível de confiança de 95%, permitem identificar que o tipo de produção apenas afeta de forma significativa a dimensão da cavidade do ar e o peso dos ovos. Em ambos os casos observa-se pelos resultados do teste de Tukey que a média destes parâmetros é diferente para as galinhas que vivem no solo, e não se distingue de forma significativa entre as galinhas que vivem em gaiola e ao ar livre. Tanto a média do tamanho da cavidade do ar como o peso dos ovos são inferiores para as galinhas que vivem no solo.

Seria expectável que não se observassem diferenças na dimensão da cavidade do ar e no peso, o que não se verificou. Tal razão deve-se ao facto de o histórico dos resultados dos testes a estes parâmetros apresentar semelhança entre os mesmos.

Em relação aos restantes parâmetros, concluiu-se que a média dos mesmos são semelhantes entre os sistemas de criação.

Como já foi referido, alguns parâmetros físico-químicos e organoléticos são analisados no laboratório da empresa Rações Zêzere, de forma a completar o controlo de qualidade dos ovos. Assim, apresenta-se a tabela 8 que reúne os parâmetros analisados e exemplos de resultados recebidos e extraídos dos boletins relativos a duas amostras de ovos de cada tipo de produção (gaiola - pavilhões 4 e 18; solo - pavilhões 9 e 16; ar livre - pavilhões 21 e 22), dada a extensão do número de amostras analisadas.

Estudo da Qualidade de Ovos

Tabela 35: Exemplo de resultados das análises complementares físico-químicas e organoléticas (adaptado do Boletim Análises do laboratório das Rações Zêzere)

Parâmetros	Ovos Gaiola		Ovos Solo		Ovos Ar Livre		Unidades	
	Pav.4	Pav.18	Pav.9	Pav.16	Pav.21	Pav.22		
Casca	Forma	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	Lisa	---
	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	---
	Limpeza	Limpo	Limpos	Limpo	Limpo	Sujo -1	Limpo	---
	Picados	Não	Não	Não	Não	Não	Não	---
	Partidos	Não	Não	Não	Não	Não	Não	---
	Câmara de ar	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	mm
	Resistência Mecânica	51,41	47,43	53,65	61,12	54,04	52,59	N
Gema	Posição	Centrada	Não centrada	Centrada	Centrada	Não centrada	Centrada	---
	Sangue	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	---
	Pigmentação	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	---
	Odor	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	---
	Cor N°	14	14	15	15	15	14	---
Clara	Viscosidade	Sim	Pouca	Pouco	Sim	Não	Não	---
	Corpos Estranhos	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	---
	Transparência	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	---
	pH do ovo	7,7	8,0	7,8	7,8	7,6	7,7	Escala Sorensen
	pH da clara	8,8	9,11	9,0	9,0	9,1	8,8	Escala Sorensen
	Humidade	76,2	77,7	76,4	74,2	72,6	82,3	%
	Extrato Seco (100-H)	23,8	22,3	23,6	25,8	27,4	17,7	%

Analisando os valores anteriores, verificou-se que, de um modo geral, todos os parâmetros analisados apresentam resultados aceitáveis, dado que os mesmos estão de acordo com os limites estabelecidos na Tabela 6. Portanto, através deste controlo, conclui-se que os ovos dos sistemas de gaiola, solo e ar livre apresentam semelhanças físico-químicas e organoléticas e resultados de acordo com a legislação.

Salienta-se que o parâmetro da resistência mecânica ou grossura da casca é avaliado e validado por este laboratório, pois a nível interno é apenas medido aproximadamente para avaliar o estado da casca.

## 4.2. Análises Microbiológicas

Relativamente a este tipo de análises, apresenta-se a tabela 36 com alguns resultados laboratoriais dos parâmetros microbiológicos analisados no laboratório das Rações Zêzere, a fim de o departamento da qualidade da Zêzere concluir o estado bacteriológico dos ovos de cada tipo de produção para validar a segurança alimentar do produto.

Tabela 36: Exemplo de Resultados das análises microbiológicas (adaptado do Boletim Análises do laboratório das Rações Zêzere)

Ensaio	Ovos Gaiola		Ovos Solo		Ovos Ar livre		Unidades
	Pav.	Resultado	Pav.	Resultado	Pav.	Resultado	
Contagem de M.O. 30 °C	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g
Contagem de Bactérias Coliformes	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g
Contagem de <i>E. coli</i>	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g
Contagem de <i>Enterobacteriaceas</i>	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	Pav.4	Negativo	Pav.9	Negativo	Pav.21	Negativo	Em 25 g
	Pav.18	Negativo	Pav.16	Negativo	Pav.22	Negativo	Em 25 g
Contagem de Bolores e Leveduras	Pav.4	< 1,00E+00	Pav.9	< 1,00E+00	Pav.21	< 1,00E+00	UFC / g
	Pav.18	< 1,00E+00	Pav.16	< 1,00E+00	Pav.22	< 1,00E+00	UFC / g

M.O. = microrganismos totais; UFC = Unidades Formadoras de Colónias

Pelos resultados analíticos, observou-se que nenhuma amostragem de ovos dos diferentes sistemas de produção apresentou contaminações bacteriológicas, dado que todos os valores estão inferiores aos limites máximos presentes na tabela 6.

### 4.3. Análises Nutricionais

Apresenta-se de seguida os resultados (tabela 37) das análises aos parâmetros nutricionais realizados a uma amostra de ovos de gaiola, solo e ar livre creditados pelo laboratório externo *ControlVet*.

Tabela 37: Resultados das análises nutricionais (adaptado do Boletim de Análises da *ControlVet*)

Ensaio	Ovos Gaiola		Ovos Solo		Ovos Ar Livre		Unidades	
	Resultado	I	Resultado	I	Resultado	I		
Humidade	77,4	3,1	76,7	3,1	76,7	3,1	g / 100 g	
Cinza Total	0,88	0,30	0,87	0,30	0,96	0,30	g / 100 g	
Hidratos de Carbono	1,8	3,3	1,9	3,3	2,0	3,3	g / 100 g	
Proteína	12,12	0,97	12,7	1,0	13,0	1,0	g / 100 g	
Fibras Alimentares	< 0,5	---	< 0,5	---	< 0,5	---	g / 100 g	
Gorduras / Lípidos	7,80	0,62	7,81	0,63	7,35	0,63	g / 100 g	
Sódio	0,158	0,044	0,148	0,025	0,134	0,025	g / 100 g	
Perfil Ácidos Gordos	Ácidos Gordos Saturados	2,67	0,59	2,60	0,57	2,48	0,57	g / 100 g
	Ácidos Gordos Monoinsaturados	3,22	0,55	3,49	0,59	3,18	0,59	g / 100 g
	Ácidos Gordos Polinsaturados	1,90	0,30	1,71	0,27	1,69	0,27	g / 100 g
Valor Energético		525	63	538	63	527	63	kJ / 100 g
		126	15	129	15	126	15	kcal / 100 g
Açúcares Totais	< 0,5	---	< 0,5	0,055	< 0,5	0,055	g / 100 g	
Sal	0,40	0,11	0,37	0,10	0,336	0,10	g / 100 g	

Analisando os resultados nutricionais verifica-se diferenças amostrais entre os três tipos de criação.

Assim, observou-se que os ovos de gaiola são os que apresentam maior humidade, sódio, ácidos gordos saturados, polinsaturados e sal.

Por outro lado, os ovos do sistema de criação em solo possuem os níveis de gordura/lípidos, ácidos gordos monoinsaturados mais elevados, e, por conseguinte, o valor energético maior.

Já os ovos de ar livre apresentam o teor de cinza, hidratos de carbono e proteína mais elevados, comparando com os outros dois sistemas.

É de referir que a quantidade de humidade se manifesta igualmente nos ovos de solo e ar livre.

No entanto, a quantidade de fibras alimentares e açúcares totais é igual nos três tipos de criação.

Não se efetuou a análise estatística aos dados dos parâmetros nutricionais, tal como não se analisaram os resultados físico-químicos e organoléticos. Estes resultados foram obtidos em laboratórios externos à Zêzero, e o seu número não foi suficiente para realizar os testes estatísticos.

Porém, visto que se verificou, em geral, um efeito pouco significativo dos três tipos de produção nos parâmetros físico-químicos obtidos experimentalmente neste trabalho (seção 4.1.2), mas que se observou um possível efeito nos parâmetros nutricionais, sugere-se como trabalho futuro a verificação do nível de confiança relativo à comparação estatística para estes parâmetros.



## 5. CONCLUSÃO

---

O estudo da qualidade dos ovos dos diferentes tipos de sistema de criação de galinhas poedeiras (gaiola, solo e ar livre), realizado no âmbito de estágio na empresa Zêzero, baseou-se na análise de um conjunto de parâmetros físico-químicos, organoléticos, microbiológicos e nutricionais. Alguns dos parâmetros físico-químicos foram obtidos experimentalmente nos laboratórios da empresa durante o estágio. Os restantes parâmetros de qualidade foram determinados em laboratórios externos à empresa e fornecidos a título complementar.

Entre os parâmetros obtidos no estágio incluem-se parâmetros regulados pela legislação, como a dimensão da câmara de ar, a altura do albúmen, as unidades de Haugh, manchas de sangue e carne, cor da gema, pH da clara e do ovo, e outros relevantes para a classificação e valor comercial dos ovos, como o seu peso, ou para controlo interno, como a determinação da presença de manchas de sangue e de manchas de carne.

Através dos resultados estatísticos dos testes da ANOVA verificou-se não existir efeito significativo dos três tipos de criação nos parâmetros relativos às manchas de carne, manchas de sangue, unidades Haugh, altura do albúmen, cor da gema e pH. Porém, verificou-se que no caso do peso e dimensão da cavidade do ar, estes parâmetros são significativamente inferiores para os ovos das galinhas criadas no solo, mas a diferença não é significativa entre os ovos das galinhas criadas em gaiola e ao ar livre. Tal razão poderá dever-se ao facto de os ovos de solo derivarem de galinhas mais novas do que as dos outros sistemas referidos.

Não se efetuaram testes estatísticos ao efeito do tipo de criação sobre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos, organoléticos e nutricionais determinados em laboratórios externos à empresa. Os resultados apontam para inexistência de efeito, com exceção de alguns parâmetros nutricionais. Assim, sugere-se como trabalho futuro a realização de uma análise estatística a este tipo de parâmetros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AV AVES AVICULTURA (Abril de 2020). *Estrutura do Ovo*. Obtido de AV AVES AVICULTURA.
- Departamento da Qualidade (2016). Avaliação de Resultados Laboratoriais. Em D. Zêzerovo, *Instruções de Trabalho* (pp. 1- 4). Paio Mendes: Zêzerovo, S.A.
- Afonso, A., & Nunes, C. (2019). Análise de variância - ANOVA. Em A. Afonso, & C. Nunes, *Probabilidades e Estatística (Aplicações e Soluções em SPSS)* (pp. 235-241). Évora: Universidade de Évora.
- Alleoni, A., & Antunes, A. (out./dez. de 2001). Unidade Haugh e qualidade de ovos de galinha. *Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração*, pp. 681-685.
- ANAPO (2014) *Associação Nacional Avicultores Produtores de Ovos*. Obtido de Formação, Estrutura e Composição: <http://www.anapo.pt/formestrcomp.php>
- ANAPO (2014). *Associação Nacional Avicultores Produtores de Ovos*. Obtido de Sistemas de Produção: <http://www.anapo.pt/sistprodovos.php>
- ASAE (Dezembro de 2005). *Consumo de ovos - o que garante a sua segurança?* Obtido de <https://www.asae.gov.pt/newsletter2/asaenews-n-92-dezembro-2015/consumo-de-ovos-o-que-garante-a-sua-seguranca.aspx>
- Balnave, D., Yoselewitz, I., & Dixon, R. (1989). Physiological changes associated with the production of defective egg-shells by hens receiving sodium chloride in the drinking water . *British Journal of Nutrition* , 35-53.
- Bar, A., Razaphkovsky, V., & Vax, E. (2002). Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged in laying hens. *British Poultry Science*, 261-269.
- Barbosa, N., Sakomura, N., Mendonça, M., Freitas, E., & Fernandes, J. (2008). *Qualidade de Ovos Comerciais Provenientes de Poedeiras Comerciais Armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes* , pp. 127-133.
- Becker, W., & Bearnse, G. (1973). Selection for high and low percentages of eggs with blood spots . *British Poultry Science*, 31-47.
- Bennett, C. (1992). The influence of shell thickness in commercial broiler breeder flocks. *Journal of Applied Poultry Research*, 61-65.

- Carle, R., & Schweiggert, R. (2016). Feed Additives for Influencing Chicken Meat and Egg Yolk Color . Em *Hanbook on Natural Pigments in Food and Beverages- Industrial Applications for Improving Food Color* (pp. 283-299). Woodhead Publishing .
- Clauer, P. (2017). Penn State College of Agricultural Sciences . *History of the Chicken*.
- Closa, S., Marchesich, C., Cabrera, M., & Morales, J. (17 de Julho de 1999). *Composición de huevos de gallina y codorniz*. Obtido de Archivos Latinoamericanos de Nutrición: <https://www.alanrevista.org/ediciones/1999/2/art-14/>
- Cordeiro, M. (2014). *Correlação entre E.coli, Coliformes Fecais e Totais e Salmonella spp*. Almada: Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.
- Coutts, J., Wilson, G., & Fernández, S. (2007). *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*. 5M Publishing.
- Crawford, R. (1990). Poultry genetic resources evolution, diversity and conservation. *Poultry Breeding and Genetics Elsevier*, 40-60.
- Darwin, C. (1868). *The variation of animals and plants under domestication*. Londres: John Murray.
- Daubert, C., & Foegding, E. (2009). Rheological Principles for Food Analysis . Em S. Nielsen, *Food Analysis* (pp. 541-554). USA: Springer.
- Duarte, C. (2016). *O efeito do peso vivo às 17 semanas de idade de galinhas poedeiras nos parâmetros produtivos e de quaidade do ovo durante a fase de postura*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Eekeren, N., & Saatkamp, H. (2006). *Criação de galinhas em pequena escala*. Wageningen: Fundação Agromisa.
- Elaroussi, M., Forte, L., Eber, S., & Biellier, H. (1994). Calcium homeostasis in the laying hens. 1.age and dietary calcium effects. *Poultry Science*, 1581-1589.
- Etches, R. (1996). *Reproduction in Poultry* . Wallingford, UK: CAB International.
- Eunice, C.-C. &. (2007). Structure and chemical composition of eggs. Em Y. M. Mine, *Egg Bioscience and Biotechnology* (pp. 1-65). New Jersey, EUA: John Wiley & Sons.
- FAO (2010). *Poultry Meat & Eggs* . Roma: FAO.
- Fernandes, E.(2014). *Características Físicas e Químicas de Ovos Provenientes de diferentes Sistemas de Produção*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Galobart, J., Sala, R., Rincón-Carruyo, X., Manzanilla, E., Vilà, B., & Gasa, J. (2004). Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 328-334.

- Hall, G. (1944). Egg Shell Color in Crosses Between White-and Brown-Egg Breeds. *Poultry Science*, 259-265.
- Haugh, R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality . *United States Egg Poultry Magazine*, 552-555.
- Hurwitz, S. (1987). Effect of nutrition on egg quality . Em R. Wells, & C. Belyavin, *Egg Quality - Current Problems and Recent Advances* (pp. 235-254). London, Boston: Poultry Symposium Number Twenty .
- Icken, W., Schumut, M., & Preisinger, R. (2006). Dynamic stiffness measurements with the "crack detector". *Lohmann Information*, 13-17.
- Jacob, J., Miles, R., & Mather, F. (2011). *Egg Quality*. University of Florida-IFAS Extension.
- Keener, K., Lacrosse, J. P., Anderson, K., & Farkas, B. (2000). The influence of rapid air cooling and carbon dioxide cooling and subsequent storage in air and carbon dioxide on shell egg quality. *Poultry Science*, 1067-1071.
- Kemps, B., Bamelis, F., Mertens, K., Decuypere, E., De Baerdemaeker, J., & De Katelaere, B. (2010). The assessment of viscosity measurements on the albumen of consumption eggs as an indicator of freshness. *Poultry Science*, 2699-2703.
- Kovacs-Nolan, J., Phillips, M., & Mine, Y. (2005). Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8421-8431.
- Lana, Q. (2000). *Avicultura*. Recife, Brasil: Rural (UFRPE).
- Lang, M., & Wells, J. (1987). A review of eggshell pigmentation. *World's Poultry Science Journal*, 238-246.
- Li-Chan, E., Powrie, W., & Nakai, S. (1995). The Chemistry of eggs and egg products. Em W. Stadelman, & O. Cotterill, *Egg Science and Technology* (pp. 105-175). New York, EUA: Food Products Press.
- Liu, W., Zhang, J., Guo, A., Chen, Q., Gu, L., Ruan, Y., & Zhang, X. (Janeiro de 2021). Food Science and Technology. *The specific biological characteristics of spoilage microorganisms in eggs*, pp. 1-8.
- Marion, W., Nordskog, A., Tolman, H., & Forsythe, R. (1964). Egg Composition as Influenced by Breeding, Egg Size, Age and Season. *Poultry Science*, 25-264.
- Marques, R. (2017). *Impacto da adição de ácidos gordos ómega-3 e das temperaturas de conservação na qualidade de ovos de galinha*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.

- Miranda, J., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J., & Lamas, A. (2015). Egg and egg-derived foods: Effects on human health and use as functional foods . *Nutrients*, 706-729.
- Moiseyeva, I. R. (Junho de 2008). Evolutionary relationships of Red Jungle Fowl and chicken breeds. pp. 403-423.
- Neiman-Sorensen, A., & Tribe, D. (1995). *World Animal Science*. Holanda: Elsevier Science .
- Nys, Y., Hincke, M., Arias, J., Garcia-Ruiz, J., & Solomon, S. (1999). Avian eggshell mineralization. *Poultry and Avian Biology Reviews*, 143-166.
- Oguike, M. I. (2006). Effect of induced-moult on the number small ovarian follicles and egg production of old layers. *International Journal of Poultry Science*.
- Pestana, M., & Gageiro, J. (2014). *Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do SPSS*. 6ª Edição , Edições Sílabo.
- Puerta-Garcia, E., & Mateos-Rodríguez, F. (2010). Enterobacterias. *Medicine*, 3426-31.
- Qualidade, D. d. (2021). *História da Empresa*. Paio Mendes: Zêzerovo, S.A.
- Rao, K., Roland, D., Adams, J., & Durboraw, W. (1992). Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens . *Journal of Applied Poultry Science*, 6-10.
- Roland, D. (1980). Egg shell quality. II. Effect of dietary manipulations of protein, amino acids, energy and calcium in young hens on egg weight , shell weight, shell quality and egg production. *Poultry Science*, 2047-2054.
- Rose, S. (1997). *Principles of Poultry Science*. Newport, UK: CAB International.
- Ruivo, A. (2013). *A influência de Mycoplasma Gallisepticum na qualidade do ovo*. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias-Faculdade de Medicina Veterinária.
- Sarcinelli, M., Venturini, K., & Silva, L. (2007). *Características dos Ovos*. Universidade Federal Espírito Santo.
- Seidler, E., & Hilmi, M. (2003). *Egg Marketing - A Guide for the Production and Sale of Eggs*. Roma: FAO.
- Seterehdan, S., & Kondo, N. (2013). Prediction of Poultry Egg Freshness Using. *International Journal of Food Properties*, 1889-1899.
- Severa, L., Nedomová, S., & Buchara, J. (2009). Influence of storing time and temperature on the viscosity of an egg yolk. *Journal of Food Engineering* , 266-269.
- Solomon , S. (1997). *Egg and eggshell quality*. USA: Iowa State University.
- Solomon, S. (1991). *Egg & eggshell quality*. Aylesbury, Inglaterra: Wolfe Publishing.

- Solomon, S. (2002). The oviduct in chaos. *World's Poultry Science Journal*, 41-48.
- Solomon, S., & Brain, M. (1996). The Normal Eggshell. *Poultry Science Association*, 42-53.
- Stadelman, W. &. (1995). *Egg science and technology*. Londres, Inglaterra: The Haworth Press.
- Stein, B. T. (1938). The air space of hen's egg and its changes during the period of incubation. *The Journal of Physiology*, 356-364.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2012). Classificação dos Microorganismos. Em *Microbiologia 10ª Edição* (pp. 274-296). S.Paulo: artmed.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2012). Eucariotos: Fungos, Algas, Protozoários e Helminthos. Em *Microbiologia 10ª Edição* (pp. 330-365). S.Paulo: artmed.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2012). Procariotos: Bacteria e Archaea. Em *Microbiologia 10ª Edição* (pp. 299-328). S.Paulo: artmed.
- USDA (2012). Dairy and eggs products. Em D. d. Unidos, *National Nutrient Database for standard Reference, Release 25*.
- Wu, J. (2014). Eggs and Egg Products Processing. Em *Food Processing: Principles and Applications, Second Edition* (pp. 437-455). John Wiley & Sons.
- Zêzero (2016). *Produtos*. Obtido de <https://www.zezero.pt/produtos/>
- Zêzero, S.A. (2016). *Empresa*. Obtido de <https://www.zezero.pt/empresa>



## ANEXOS

De seguida, apresenta-se em detalhe os resultados dos testes recorrendo à análise estatística.

- Cavidade do ar

```
ONEWAY CavAr BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
```

### Um fator

#### Descritivas

CavAr		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ... Limite inferior
Gaiola		144	2,1111	,33681	,02807	2,0556
Solo		144	2,0556	,32982	,02748	2,0012
Ar livre		144	1,7222	,44947	,03746	1,6482
Total		432	1,9630	,41270	,01986	1,9239
Modelo	Efeitos fixos			,37605	,01809	1,9274
	Efeitos aleatórios				,12143	1,4405

#### Descritivas

CavAr		95% de Intervalo de Confiança ... Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		2,1666	1,00	3,00	
Solo		2,1099	1,00	3,00	
Ar livre		1,7963	1,00	2,00	
Total		2,0020	1,00	3,00	
Modelo	Efeitos fixos	1,9985			
	Efeitos aleatórios	2,4855			,04326

#### Testes de homogeneidade de variâncias

CavAr		Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
Com base em média		36,901	2	429	,000
Com base em mediana		8,975	2	429	,000
Com base em mediana e com gl ajustado		8,975	2	385,587	,000
Com base em média aparada		34,942	2	429	,000

**ANOVA**

CavAr					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	12,741	2	6,370	45,048	,000
Nos grupos	60,667	429	,141		
Total	73,407	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
CavAr	Eta quadrado	,174	,112	,234
	Epsilon quadrado	,170	,107	,231
	Efeito fixo do Omega quadrado	,169	,107	,230
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,093	,057	,130

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

**Testes Robustos de Igualdade de Médias**

CavAr				
	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	37,249	2	281,581	,000
Brown-Forsythe	45,048	2	392,851	,000

a. F distribuído assintoticamente.

**Testes Posteriori**

### Comparações múltiplas

Variável dependente: CavAr

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	,05556	,04432	,422	-,0487	,1598
	Ar livre	,38889*	,04432	,000	,2847	,4931
Solo	Gaiola	-,05556	,04432	,422	-,1598	,0487
	Ar livre	,33333*	,04432	,000	,2291	,4376
Ar livre	Gaiola	-,38889*	,04432	,000	-,4931	-,2847
	Solo	-,33333*	,04432	,000	-,4376	-,2291

\*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

### Subconjuntos homogêneos

#### CavAr

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Ar livre	144	1,7222	
Solo	144		2,0556
Gaiola	144		2,1111
Sig.		1,000	,422

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ Peso

```

ONEWAY Peso BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
    
```

**Um fator**

**Descritivas**

Peso		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ... Limite inferior
Gaiola		144	67,8458	6,71434	,55953	66,7398
Solo		144	64,2458	5,89423	,49119	63,2749
Ar livre		144	66,8382	5,45308	,45442	65,9399
Total		432	66,3100	6,21736	,29913	65,7220
Modelo	Efeitos fixos			6,04319	,29075	65,7385
	Efeitos aleatórios				1,07227	61,6964

**Descritivas**

Peso		95% de Intervalo de Confiança ... Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		68,9518	47,30	79,50	
Solo		65,2168	48,00	83,00	
Ar livre		67,7364	55,20	81,10	
Total		66,8979	47,30	83,00	
Modelo	Efeitos fixos	66,8814			
	Efeitos aleatórios	70,9236			3,19567

**Testes de homogeneidade de variâncias**

Peso		Estadística de Levene	df1	df2	Sig.
	Com base em média	5,052	2	429	,007
	Com base em mediana	5,132	2	429	,006
	Com base em mediana e com gl ajustado	5,132	2	418,245	,006
	Com base em média aparada	5,066	2	429	,007

### ANOVA

Peso					
	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	993,392	2	496,696	13,601	,000
Nos grupos	15667,135	429	36,520		
Total	16660,527	431			

### Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a</sup>

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
Peso	Eta quadrado	,060	,022	,105
	Epsilon quadrado	,055	,017	,101
	Efeito fixo do Omega quadrado	,055	,017	,101
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,028	,009	,053

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

### Testes Robustos de Igualdade de Médias

Peso				
	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	13,193	2	284,034	,000
Brown-Forsythe	13,601	2	416,256	,000

a. F distribuído assintoticamente.

### Testes Posteriori

**Comparações múltiplas**

Variável dependente: **Peso**

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	3,60000*	,71220	,000	1,9250	5,2750
	Ar livre	1,00764	,71220	,334	-,6674	2,6826
Solo	Gaiola	-3,60000*	,71220	,000	-5,2750	-1,9250
	Ar livre	-2,59236*	,71220	,001	-4,2674	-,9174
Ar livre	Gaiola	-1,00764	,71220	,334	-2,6826	,6674
	Solo	2,59236*	,71220	,001	,9174	4,2674

\*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

**Subconjuntos homogêneos**

**Peso**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Solo	144	64,2458	
Ar livre	144		66,8382
Gaiola	144		67,8458
Sig.		1,000	,334

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ Altura do albúmen

```
ONEWAY Altura BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .
```

**Um fator**

**Descritivas**

Altura

		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ... Limite inferior
Gaiola		144	12,2083	1,15162	,09597	12,0186
Solo		144	12,2486	,80982	,06748	12,1152
Ar livre		144	12,3451	,58043	,04837	12,2495
Total		432	12,2674	,87903	,04229	12,1842
Modelo	Efeitos fixos			,87919	,04230	12,1842
	Efeitos aleatórios				,04230 <sup>a</sup>	12,0854 <sup>a</sup>

**Descritivas**

Altura

		95% de Intervalo de Confiança ... Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		12,3980	2,30	12,50	
Solo		12,3820	7,50	12,50	
Ar livre		12,4407	7,50	12,50	
Total		12,3505	2,30	12,50	
Modelo	Efeitos fixos	12,3505			
	Efeitos aleatórios	12,4494 <sup>a</sup>			-,00043

a. Aviso: A variância entre componentes é negativa. Ela foi substituída por 0,0 no cálculo dessa medida de efeitos aleatórios.

**Testes de homogeneidade de variâncias**

		Estadística de Levene	df1	df2	Sig.
Altura	Com base em média	2,955	2	429	,053
	Com base em mediana	,921	2	429	,399
	Com base em mediana e com gl ajustado	,921	2	333,980	,399
	Com base em média aparada	1,096	2	429	,335

**ANOVA**

Altura

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	1,423	2	,712	,921	,399
Nos grupos	331,606	429	,773		
Total	333,030	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
Altura	Eta quadrado	,004	,000	,021
	Epsilon quadrado	,000	-,005	,017
	Efeito fixo do Omega quadrado	,000	-,005	,017
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,000	-,002	,008

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

**Testes Robustos de Igualdade de Médias**

Altura

	Estadística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1,176	2	267,582	,310
Brown-Forsythe	,921	2	333,980	,399

a. F distribuído assintoticamente.

**Testes Posteriori**

**Comparações múltiplas**

Variável dependente: **Altura**

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	-,04028	,10361	,920	-,2840	,2034
	Ar livre	-,13681	,10361	,385	-,3805	,1069
Solo	Gaiola	,04028	,10361	,920	-,2034	,2840
	Ar livre	-,09653	,10361	,621	-,3402	,1472
Ar livre	Gaiola	,13681	,10361	,385	-,1069	,3805
	Solo	,09653	,10361	,621	-,1472	,3402

**Subconjuntos homogêneos**

**Altura**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Gaiola	144	12,2083
Solo	144	12,2486
Ar livre	144	12,3451
Sig.		,385

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ **Unidades Haugh**

```
ONEWAY Haugh BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=DUKEY ALPHA(0.05) .
```

**Um fator**

**Descritivas**

Haugh

	N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ...
					Limite inferior
Gaiola	144	106,3340	7,65822	,63818	105,0725
Solo	144	107,3840	3,61378	,30115	106,7888
Ar livre	144	107,3590	2,64846	,22070	106,9228
Total	432	107,0257	5,13408	,24701	106,5402
Modelo	Efeitos fixos		5,12256	,24646	106,5413
	Efeitos aleatórios			,34591	105,5374

**Descritivas**

Estudo da Qualidade de Ovos

Haugh

		95% de Intervalo de Confiança ...			
		Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		107,5955	27,00	111,00	
Solo		107,9793	84,30	111,20	
Ar livre		107,7953	84,90	109,80	
Total		107,5112	27,00	111,20	
Modelo	Efeitos fixos	107,5101			
	Efeitos aleatórios	108,5140			,17673

**Testes de homogeneidade de variâncias**

		Estadística de Levene	df1	df2	Sig.
Haugh	Com base em média	3,223	2	429	,041
	Com base em mediana	1,645	2	429	,194
	Com base em mediana e com gl ajustado	1,645	2	232,144	,195
	Com base em média aparada	1,665	2	429	,190

**ANOVA**

Haugh

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	103,380	2	51,690	1,970	,141
Nos grupos	11257,245	429	26,241		
Total	11360,625	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
Haugh	Eta quadrado	,009	,000	,032
	Epsilon quadrado	,004	-,005	,027
	Efeito fixo do Omega quadrado	,004	-,005	,027
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,002	-,002	,014

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

**Testes Robustos de Igualdade de Médias**

Haugh

	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1,216	2	258,591	,298
Brown-Forsythe	1,970	2	242,171	,142

a. F distribuído assintoticamente.

**Testes Posteriori**

**Comparações múltiplas**

Variável dependente: Haugh  
 Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	-1,05000	,60370	,192	-2,4698	,3698
	Ar livre	-1,02500	,60370	,207	-2,4448	,3948
Solo	Gaiola	1,05000	,60370	,192	-,3698	2,4698
	Ar livre	,02500	,60370	,999	-1,3948	1,4448
Ar livre	Gaiola	1,02500	,60370	,207	-,3948	2,4448
	Solo	-,02500	,60370	,999	-1,4448	1,3948

**Subconjuntos homogêneos**

**Haugh**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Gaiola	144	106,3340
Ar livre	144	107,3590
Solo	144	107,3840
Sig.		,192

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ Manchas de Sangue

```
ONEWAY ManchasS BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
```

**Um fator**

**Descritivas**

ManchasS		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ...
						Limite inferior
Gaiola		144	,0208	,18582	,01548	-,0098
Solo		144	,0139	,11744	,00979	-,0055
Ar livre		144	,0417	,20052	,01671	,0086
Total		432	,0255	,17179	,00827	,0092
Modelo	Efeitos fixos			,17178	,00826	,0092
	Efeitos aleatórios				,00835	-,0104

**Descritivas**

ManchasS

		95% de Intervalo de Confiança ...			Variância entre componentes
		Limite superior	Mínimo	Máximo	
Gaiola		,0514	,00	2,00	
Solo		,0332	,00	1,00	
Ar livre		,0747	,00	1,00	
Total		,0417	,00	2,00	
Modelo	Efeitos fixos	,0417			
	Efeitos aleatórios	,0614			,00000

**Testes de homogeneidade de variâncias**

		Estadística de Levene	df1	df2	Sig.
ManchasS	Com base em média	4,017	2	429	,019
	Com base em mediana	1,020	2	429	,362
	Com base em mediana e com gl ajustado	1,020	2	373,683	,362
	Com base em média aparada	1,020	2	429	,362

**ANOVA**

ManchasS

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	,060	2	,030	1,020	,362
Nos grupos	12,660	429	,030		
Total	12,720	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
ManchasS	Eta quadrado	,005	,000	,022
	Epsilon quadrado	,000	-,005	,018
	Efeito fixo do Omega quadrado	,000	-,005	,018
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,000	-,002	,009

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

### Testes Robustos de Igualdade de Médias

ManchasS

	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	1,026	2	268,417	,360
Brown-Forsythe	1,020	2	373,683	,362

a. F distribuído assintoticamente.

### Testes Posteriori

#### Comparações múltiplas

Variável dependente: ManchasS

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	,00694	,02024	,937	-,0407	,0546
	Ar livre	-,02083	,02024	,559	-,0684	,0268
Solo	Gaiola	-,00694	,02024	,937	-,0546	,0407
	Ar livre	-,02778	,02024	,356	-,0754	,0198
Ar livre	Gaiola	,02083	,02024	,559	-,0268	,0684
	Solo	,02778	,02024	,356	-,0198	,0754

### Subconjuntos homogêneos

#### ManchasS

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Solo	144	,0139
Gaiola	144	,0208
Ar livre	144	,0417
Sig.		,356

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ Manchas de Carne

```
ONEWAY ManchasC BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .
```

**Um fator**

**Descritivas**

ManchasC		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ... Limite inferior
Gaiola		144	,1458	,54154	,04513	,0566
Solo		144	,0972	,41509	,03459	,0288
Ar livre		144	,1181	,45028	,03752	,0439
Total		432	,1204	,47131	,02268	,0758
Modelo	Efeitos fixos			,47199	,02271	,0757
	Efeitos aleatórios				,02271 <sup>a</sup>	,0227 <sup>a</sup>

**Descritivas**

ManchasC		95% de Intervalo de Confiança ... Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		,2350	,00	3,00	
Solo		,1656	,00	3,00	
Ar livre		,1922	,00	3,00	
Total		,1649	,00	3,00	
Modelo	Efeitos fixos	,1650			
	Efeitos aleatórios	,2181 <sup>a</sup>			-,00095

a. Aviso: A variância entre componentes é negativa. Ela foi substituída por 0,0 no cálculo dessa medida de efeitos aleatórios.

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
ManchasC	Eta quadrado	,002	,000	,014
	Epsilon quadrado	-,003	-,005	,009
	Efeito fixo do Omega quadrado	-,003	-,005	,009
	Efeito aleatório do Omega quadrado	-,001	-,002	,005

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

**Testes Robustos de Igualdade de Médias**

ManchasC

	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	,366	2	282,887	,694
Brown-Forsythe	,384	2	407,336	,681

a. F distribuído assintoticamente.

**Testes Posteriori**

**Testes de homogeneidade de variâncias**

		Estadística de Levene	df1	df2	Sig.
ManchasC	Com base em média	1,535	2	429	,217
	Com base em mediana	,384	2	429	,681
	Com base em mediana e com gl ajustado	,384	2	407,336	,681
	Com base em média aparada	,787	2	429	,456

**ANOVA**

ManchasC

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	,171	2	,086	,384	,681
Nos grupos	95,569	429	,223		
Total	95,741	431			

**Comparações múltiplas**

Variável dependente: ManchasC

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	,04861	,05562	,657	-,0822	,1794
	Ar livre	,02778	,05562	,872	-,1030	,1586
Solo	Gaiola	-,04861	,05562	,657	-,1794	,0822
	Ar livre	-,02083	,05562	,926	-,1517	,1100
Ar livre	Gaiola	-,02778	,05562	,872	-,1586	,1030
	Solo	,02083	,05562	,926	-,1100	,1517

**Subconjuntos homogêneos**

**ManchasC**

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Solo	144	,0972
Ar livre	144	,1181
Gaiola	144	,1458
Sig.		,657

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ Cor da Gema

```
ONEWAY CorGema BY Tipo
/ES=OVERALL
/STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
/MISSING ANALYSIS
/CRITERIA=CILEVEL(0.95)
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).
```

**Um fator**

**Descritivas**

CorGema		N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ... Limite inferior
Gaiola		144	12,4514	,62388	,05199	12,3486
Solo		144	12,5417	,69840	,05820	12,4266
Ar livre		144	12,6181	,81074	,06756	12,4845
Total		432	12,5370	,71673	,03448	12,4693
Modelo	Efeitos fixos			,71514	,03441	12,4694
	Efeitos aleatórios				,04817	12,3298

**Descritivas**

CorGema		95% de Intervalo de Confiança ... Limite superior	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
Gaiola		12,5542	11,00	14,00	
Solo		12,6567	10,00	14,00	
Ar livre		12,7516	11,00	14,00	
Total		12,6048	10,00	14,00	
Modelo	Efeitos fixos	12,6047			
	Efeitos aleatórios	12,7443			,00341

**Testes de homogeneidade de variâncias**

CorGema		Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
Com base em média		7,761	2	429	,000
Com base em mediana		3,496	2	429	,031
Com base em mediana e com gl ajustado		3,496	2	330,459	,031
Com base em média aparada		7,882	2	429	,000

**ANOVA**

CorGema

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	2,005	2	1,002	1,960	,142
Nos grupos	219,403	429	,511		
Total	221,407	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
CorGema	Eta quadrado	,009	,000	,032
	Epsilon quadrado	,004	-,005	,027
	Efeito fixo do Omega quadrado	,004	-,005	,027
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,002	-,002	,014

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

### Testes Robustos de Igualdade de Médias

CorGema

	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Weich	1,985	2	282,911	,139
Brown-Forsythe	1,960	2	409,797	,142

a. F distribuído assintoticamente.

### Testes Posteriori

#### Comparações múltiplas

Variável dependente: CorGema

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	-,09028	,08428	,533	-,2885	,1079
	Ar livre	-,16667	,08428	,119	-,3649	,0316
Solo	Gaiola	,09028	,08428	,533	-,1079	,2885
	Ar livre	-,07639	,08428	,637	-,2746	,1218
Ar livre	Gaiola	,16667	,08428	,119	-,0316	,3649
	Solo	,07639	,08428	,637	-,1218	,2746

### Subconjuntos homogêneos

#### CorGema

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Gaiola	144	12,4514
Solo	144	12,5417
Ar livre	144	12,6181
Sig.		,119

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.

▪ pH

```

ONEWAY pH BY Tipo
  /ES=OVERALL
  /STATISTICS DESCRIPTIVES EFFECTS HOMOGENEITY BROWNFORSYTHE WELCH
  /MISSING ANALYSIS
  /CRITERIA=CILEVEL(0.95)
  /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .
    
```

**Um fator**

**Descritivas**

pH

	N	Média	Desvio padrão	Erro Padrão	95% de Intervalo de ...
					Limite inferior
Gaiola	144	7,7301	,43330	,03611	7,6587
Solo	144	7,8361	,43958	,03663	7,7637
Ar livre	144	7,7803	,30879	,02573	7,7295
Total	432	7,7822	,39990	,01924	7,7444
Modelo					
Efeitos fixos			,39847	,01917	7,7445
Efeitos aleatórios				,03063	7,6504

**Descritivas**

pH

	95% de Intervalo de Confiança ...	Mínimo	Máximo	Variância entre componentes
				Limite superior
Gaiola	7,8014	6,40	8,50	
Solo	7,9085	6,40	8,90	
Ar livre	7,8312	7,00	8,50	
Total	7,8200	6,40	8,90	
Modelo				
Efeitos fixos	7,8199			
Efeitos aleatórios	7,9139			,00171

**Testes de homogeneidade de variâncias**

		Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
pH	Com base em média	7,207	2	429	,001
	Com base em mediana	6,220	2	429	,002
	Com base em mediana e com gl ajustado	6,220	2	389,394	,002
	Com base em média aparada	7,036	2	429	,001

**ANOVA**

pH

	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Entre Grupos	,810	2	,405	2,552	,079
Nos grupos	68,116	429	,159		
Total	68,926	431			

**Tamanhos do efeito do ANOVA<sup>a,b</sup>**

		Estimativa de ponto	Intervalo de Confiança 95%	
			Inferior	Superior
pH	Eta quadrado	,012	,000	,037
	Epsilon quadrado	,007	-,005	,032
	Efeito fixo do Omega quadrado	,007	-,005	,032
	Efeito aleatório do Omega quadrado	,004	-,002	,016

a. Eta quadrado e Epsilon quadrado são estimados com base no modelo de efeito fixo.

b. As estimativas negativas, mas menos tendenciosas, são mantidas, não arredondadas para zero.

**Testes Robustos de Igualdade de Médias**

pH

	Estatística <sup>a</sup>	df1	df2	Sig.
Welch	2,121	2	277,360	,122
Brown-Forsythe	2,552	2	397,225	,079

a. F distribuído assintoticamente.

**Testes Posteriori**

### Comparações múltiplas

Variável dependente: pH

Tukey HSD

(I) Tipo	(J) Tipo	Diferença média (I-J)	Erro Padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Gaiola	Solo	-,10604	,04696	,063	-,2165	,0044
	Ar livre	-,05028	,04696	,533	-,1607	,0602
Solo	Gaiola	,10604	,04696	,063	-,0044	,2165
	Ar livre	,05576	,04696	,461	-,0547	,1662
Ar livre	Gaiola	,05028	,04696	,533	-,0602	,1607
	Solo	-,05576	,04696	,461	-,1662	,0547

### Subconjuntos homogêneos

pH

Tukey HSD<sup>a</sup>

Tipo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Gaiola	144	7,7301
Ar livre	144	7,7803
Solo	144	7,8361
Sig.		,063

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos.

a. Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 144,000.