



ESTG



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

2022 CARACTERIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA CARNE DE RAÇAS AVÍCOLAS AUTÓCTONES PORTUGUESAS

CARACTERIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA CARNE DE RAÇAS AVÍCOLAS AUTÓCTONES PORTUGUESAS

Márcio Filipe Maciel Meira



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Márcio Filipe Maciel Meira

CARACTERIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA CARNE DE RAÇAS AVÍCOLAS AUTÓCTONES PORTUGUESAS

Nome do Curso de Mestrado
Engenharia Alimentar

Trabalho efetuado sob a orientação de:
Professora Doutora Isabel Maria Barreira Afonso Paula
Professora Doutora Rita Isabel Couto Pinheiro

Novembro de 2022

Esta investigação foi financiada pela NORTE-01-0145-FEDER-000043 - Projeto TECH - Tecnologia, Ambiente, Criatividade e Saúde - Atividade 2.3 AVITECH, Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC).



União Europeia

Fundo Europeu de
Desenvolvimento Regional



As doutrinas expressas neste trabalho
são da exclusiva responsabilidade do autor

*“A nossa maior glória não reside no facto de nunca cairmos, mas sim em levantarmos
nos sempre depois de cada queda.” Confúcio*

ÍNDICE

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
AGRADECIMENTOS	vii
TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DA TESE	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
ÍNDICE DE QUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Origem, domesticação e evolução	2
2.2. Preservação e programas de conservação	3
2.3. Raças avícolas autóctones portuguesas.....	5
2.3.1. Raça Branca.....	5
2.3.2. Raça Amarela	6
2.3.3. Raça Pedrês Portuguesa	7
2.3.4. Raça Preta Lusitânica	7
2.4. Produção e consumo de carne de aves.....	8
2.5. Conversão do músculo em carne	8
2.6. Principais atributos de qualidade da carne de aves	10
2.6.1. Aparência (cor e o aspeto).....	11
2.6.2. Textura	11
2.6.3. Sabor.....	12
2.6.4. Valor nutricional	13
2.6.4.1. Proteína.....	15
2.6.4.2. Lípidos e ácidos gordos.....	15
2.6.4.3. Elementos minerais	20

2.7. Fatores que influenciam a qualidade da carne	23
2.7.1. pH.....	23
2.7.2. Capacidade de retenção de água.....	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1. Tamanho da amostra e gestão dos animais	26
3.2. Abate e avaliação das características de carcaça	27
3.3. Metodologia para a avaliação da qualidade da carne.....	27
3.3.1. Determinação da cor.....	28
3.3.2. Determinação do pH.....	28
3.3.3. Determinação da capacidade de retenção de água	28
3.3.4. Determinação da humidade	29
3.3.5. Determinação das cinzas	30
3.3.6. Determinação da proteína total (método Kjeldahl)	30
3.3.7. Determinação da gordura bruta (método Soxhlet)	31
3.3.8. Determinação do perfil de ácidos gordos	32
3.3.9. Determinação do perfil mineral.....	33
3.3.10. Análise estatística.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Características de carcaça	35
4.2. Parâmetros de qualidade da carne.....	37
4.3. Composição centesimal	40
4.4. Perfil de ácidos gordos da carne	43
4.4. Composição mineral da carne	50
5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURAS	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
7. ANEXOS.....	69

RESUMO

As raças avícolas autóctones Portuguesas, bem-adaptadas ao meio ambiente, fazem parte de um património genético único de valor considerável cuja produção pode reduzir o impacto negativo dos sistemas de produção intensivo, salvaguardar a biodiversidade, assegurar produtos avícolas alternativos e garantir a subsistência das populações futuras.

O presente trabalho teve como objetivo de estudo a caracterização dos parâmetros de carcaça e qualidade da carne, peito e coxa, dos machos e fêmeas das quatro raças avícolas autóctones Portuguesas, Branca (BR), Amarela (AM), Pedrês Portuguesa (PP) e Preta Lusitânica (PL), criadas ao ar livre, em pequenas explorações localizadas na mesma área geográfica, utilizando uma construção simples, funcional e tradicional adaptada ao número de animais e tipo de produção (carne ou ovos). Todas as aves foram alimentadas *ad libitum* com milho e/ou mistura de cereais e, quando disponíveis, eram fornecidos outros excedentes ou subprodutos hortícolas das explorações. Um total de 160 aves ($n = 40/\text{raça}$ e $n=20/\text{sexo}$) foram abatidas entre as 38 e 42 semanas (machos) e 110 e 120 semanas (fêmeas), procedendo-se à avaliação dos parâmetros de carcaça e qualidade da carne, incluindo pesos e rendimentos de carcaça, cor, pH, capacidade de retenção de água, teores de humidade, cinzas, proteína e lípidos, perfil de ácidos gordos e perfil mineral.

Os resultados mostraram que a raça BR, machos e fêmeas, destaca-se como a mais pesada e a que melhores características de carcaça apresenta, sugerindo uma melhor aptidão para produção de carne.

Em relação aos parâmetros físico-químicos da carne, os resultados revelaram diferenças significativas entre raças e respetivas peças ($p \leq 0,05$). A carne dos machos apresentou diferenças nos valores de pH, capacidade de retenção de água (WHC), índice de amarelo (b^*), teor de humidade e cinzas, enquanto que nas fêmeas, com exceção da WHC, em ambas as peças, e dos teores de proteína e lípidos, no peito, todos os parâmetros avaliados diferiram entre raças. Relativamente às peças observou-se que a carne do peito apresentou, em ambos os sexos, maior luminosidade (L^*), teor de humidade, cinzas e proteínas, enquanto que a coxa apresentou maior valor de pH, índice de vermelho (a^*) e teor lipídico ($p \leq 0,05$).

Em relação às propriedades nutricionais, observou-se que todas as raças apresentam, em ambos os sexos, uma boa proporção de ácidos gordos essenciais (AGE), n-3-PUFAs e minerais. O perfil de ácidos gordos revelou que a carne das quatro raças é composta maioritariamente por ácidos gordos insaturados, destacando-se, em ambos os sexos, uma maior percentagem de ácidos gordos monoinsaturados (MUFAs) na raça AM e ácidos gordos

polinsaturados (PUFAs) na raça BR ($p \leq 0,05$), em particular na coxa. Em termos qualitativos é possível dizer que a carne do peito é, em ambos os sexos, mais rica em n-3-PUFAs (C22:5n-3 e C22:6n-3) comparativamente à coxa ($p \leq 0,05$).

A avaliação do valor nutricional da gordura revelou que a raça BR, machos e fêmeas, apresenta, particularmente na coxa, uma percentagem de AGE e uma relação PUFAs/SFAs superior às restantes ($p \leq 0,05$), assim como a menor relação n-6/n-3 ($p \leq 0,05$).

Os resultados da composição mineral demonstraram que a carne das quatro raças, machos e fêmeas, é uma boa fonte de minerais, destacando-se uma maior proporção de K, P e Mg na carne do peito e um maior teor de Na, Fe, Zn, Mn e Cu na coxa ($p \leq 0,05$).

Considerando os resultados obtidos, pode concluir-se que a carne das quatro raças estudadas é um alimento saudável caracterizado por um bom perfil nutricional geral, podendo ser idealmente incorporado à dieta humana em todas as idades.

Palavras Chave: Aves; Raças locais; Rendimento de carcaça; Ácidos gordos; Composição mineral.

Novembro de 2022

ABSTRACT

The autochthonous Portuguese poultry breeds, well-adapted to the environment, form part of a unique genetic heritage of considerable value whose production can reduce the negative impact of intensive production systems, safeguard biodiversity, ensure alternative poultry products and secure the subsistence of future populations.

The present study aims to describe the carcass parameters and meat quality, breast and drumstick, of males and females of the four autochthonous Portuguese poultry breeds, Branca (BR), Amarela (AM), Pedrês Portuguesa (PP) and Preta Lusitânica (PL), raised in free-range conditions, on small farms located in the same geographical area, using a simple, functional and traditional construction adapted to the number of animals and type of production (meat or eggs). All birds were fed *ad libitum* with corn or a mixture of cereals and, when available, were provided with other vegetable surpluses or by-products from the farms. A total of 160 birds ($n = 40/\text{breed}$ and $n=20/\text{sex}$) were slaughtered between 38 and 42 weeks (males) and 110 and 120 weeks (females), and carcass and meat quality parameters were evaluated, including carcass weights and yields, colour, pH, water holding capacity, moisture, ash, protein, and lipids contents, fatty acid and mineral profiles.

The results showed that the BR breed, males and females, stands out as the heaviest and the one with the best carcass characteristics, suggesting a better aptitude for meat production.

Regarding the physicochemical parameters of the meat, the results revealed significant differences between breeds and respective pieces ($p \leq 0,05$). The meat of males showed differences in pH values, water-holding capacity (WHC), yellow index (b^*), moisture and ash content, while in females, except for WHC in both cuts, and protein and lipid content, in the breast, all evaluated parameters differed between breeds. Regarding the pieces, it was observed that the breast meat had higher luminosity (L^*), moisture, ash and protein content, in both sexes, while the drumstick had a higher pH value, red index (a^*) and lipid content ($p \leq 0,05$).

Concerning nutritional properties, all breeds showed a good proportion of essential fatty acids (EFA), n-3-PUFAs and minerals in both sexes. The fatty acid profile revealed that the meat of the four breeds, in both sexes, is mainly composed of unsaturated fatty acids, with a higher percentage of monounsaturated fatty acids (MUFAs) in the AM breed and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) in the BR breed ($p \leq 0,05$), particularly in the drumstick. In qualitative terms, it can be said that the breast meat, in both sexes, is richer in n-3-PUFAs (C22:5n-3 and C22:6n-3) compared to the drumstick ($p \leq 0.05$).

The evaluation of the nutritional value of the fat revealed that the BR breed, males and females, presents, particularly in the drumstick, a percentage of EFA and a PUFAs/SFAs ratio higher than the others ($p \leq 0,05$), as well as the lowest n-6/n-3 ratio ($p \leq 0,05$).

The results of the mineral composition showed that the meat of the four breeds, males and females, is a good source of minerals, highlighting a higher proportion of K, P and Mg in the breast meat and a higher content of Na, Fe, Zn, Mn and Cu in the drumstick ($p \leq 0,05$).

Considering the obtained results, it can be concluded that the meat of the four studied breeds is a healthy food characterized by a good overall nutritional profile, and it can be ideally incorporated into the human diet at all ages.

Keywords: Poultry; Local breeds; Carcass yield; Fatty acids; Mineral composition.

November 2022

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar esta etapa da minha vida, não posso deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que, pelo seu inestimável apoio, carinho, paciência e disponibilidade, tornaram possível a realização da mesma. Por todo esse reconhecimento, resta-me um agradecimento especial:

À minha orientadora, professora Doutora Isabel Maria Barreira Afonso Paula, pela possibilidade que me concedeu de realizar este trabalho, assim como por todo o apoio, conselhos, compreensão, conhecimentos transmitidos, inteira disponibilidade e orientação prestada, além da confiança depositada no decorrente trabalho e amizade demonstrada.

À professora Doutora Rita Isabel Couto Pinheiro como coorientadora científica, pela dedicação e apoio profissional durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Alexandre Nuno Vaz Batista de Vieira e Brito, pela confiança depositada enquanto coordenador do Projeto TECH - Tecnologia, Ambiente, Criatividade e Saúde - Atividade 2.3 AVITECH, financiado pela NORTE-01-0145-FEDER-000043, por todo o conhecimento e sabedoria transmitida e por me ter incutido o seu espírito crítico e clareza de ideias.

Quero agradecer também à AMIBA, em particular à Engenheira Virgínia Ribeiro, ao Engenheiro Rui Dantas, ao Senhor Arménio, à Dona Serafina, ao Cristiano, à Eduarda e a todos os que de forma direta ou indireta colaboraram neste trabalho. Um agradecimento especial também a todos os criadores envolvidos neste projeto, pois sem eles nada disto faria sentido.

A toda a equipa técnica dos laboratórios da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, nomeadamente à Dona Maria, Dona Suzy, Dona Maria Helena e Engenheiro Virgílio por toda a amizade, companheirismo, disponibilidade, apoio e auxílio prestado.

Ao laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (FFUP), em particular à professora Doutora Susana Casal pela disponibilidade e ajuda na determinação do perfil de ácidos gordos.

À Engenheira Susana Rocha, pela prontidão e disponibilidade, sempre que necessário, na cedência de equipamentos da Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

Às colegas de laboratório, Mestres Jéssica Domingues e Cláudia Correia, por toda a amizade, companheirismo, apoio e auxílio ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus amigos, André Martins, Luciano Novo e Luz Suárez, por se preocuparem comigo, por acreditarem em mim e pelo constante incentivo e motivação.

Os últimos agradecimentos vão para aqueles que ocupam o primeiríssimo lugar no meu coração: a minha família. Agradeço em particular à minha mãe, por ser aquela pessoa com quem posso incansavelmente contar e por estar sempre do meu lado, mesmo quando o mundo parece desabar, à minha avó Irene, ao meu irmão Rui e à minha cunhada Paula pelo amor que me têm, por acreditarem em mim e pelo constante incentivo e motivação.

Por fim, e não menos importante, um agradecimento especial à minha cara metade, Diana, por todo o amor, carinho, dedicação, paciência, apoio e incentivo em todos os momentos ao longo destes dois anos.

Obrigado a todos!

TRABALHOS REALIZADOS NO ÂMBITO DA TESE

Comunicações

- Meira, M., Afonso, I. M., Lopes, J.C., Vale, A.P., Ribeiro, V., Dantas, R., Leite, J. V., Brito, N.V., 2021. Portuguese Autochthonous Poultry Breeds: Physicochemical Characterization (pH, moisture and colour) of raw meat. 6th International ISEKI-Food Conference. Book of Abstracts, pp. 191, ISBN: 978-989-9023-52-9, Chipre.
- Meira, M., Afonso, I. M., Lopes, J.C., Vale, A.P., Ribeiro, V., Dantas, R., Leite, J. V., Brito, N.V., 2021. Caracterização Físico-Química da Carne das Raças Avícolas Autóctones Portuguesas: Raça Branca, Amarela, Pedrês Portuguesa e Preta Lusitânica. XXII ZOOTECA - Congresso Nacional de Zootecnia. Livro de Resumos, pp.94-95, ISBN: 978-989-53187-2-8, Vila Real, Portugal.
- Meira, M., Afonso, I. M., Lopes, J.C., Ribeiro, V., Dantas, R., Leite, J. V., Brito, N.V., 2022. Productive characterization of the Portuguese Autochthonous “Branca” Chicken breed. 73rd Annual Meeting of EAAP. Book of Abstracts, pp. 580, ISBN: 978-90-8686-385-3, Porto, Portugal.
- Meira, M., Afonso, I. M., Lopes, J.C., Vale, A.P., Domingues, J.; Ribeiro, V., Dantas, R., Leite, J. V., Brito, N.V., 2021. Parâmetros de Cor da Carne das Raças Avícolas Autóctones Portuguesas: Raça Branca, Amarela, Pedrês Portuguesa e Preta Lusitânica. IV Congresso Nacional das Escolas Superiores (CNESA). e-book, pp. 150, <https://heyzine.com/flip-book/7230aef3d0.html>, Santarém, Portugal.

Publicações

- Afonso, I.M.; Casal, S.; Lopes, J.C.; Domingues, J.; Vale, A.P.; Meira, M.; Marinho, M.C.; Vaz, P.S.; Brito, N.V. Chemical Composition of the “Galo de Barcelos” (Barcelos Rooster Raw Meat). *Animals*, 12, 1556. <https://doi.org/10.3390/ani12121556> (Anexo 1).
- Meira, M.; Afonso, I.M.; Casal, S.; Lopes, J.C.; Vale, A.P.; Domingues, J.; Ribeiro, V.; Dantas, R.; Leite, J.V.; Brito, N.V. Carcass and Meat Quality Traits of Males and Females of the “Branca” Portuguese Autochthonous Chicken Breed. *Animals*, 2022, 12, 2640. <https://doi.org/10.3390/ani12192640> (Anexo 2).

LISTA DE ABREVIATURAS

a* - Índice de vermelho

AA- Ácido araquidónico

AG - Ácidos gordos

AGE - Ácidos gordos essenciais

ALA - Ácido α -linolénico

AM - Raça Amarela

AMIBA - Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã

ATP - Adenosina trifosfato

b* - Índice de amarelo

BR - Raça Branca

C12:0 - Ácido láurico

C14:0 - Ácido mirístico

C16:0 - Ácido palmítico

C18:0 - Ácido esteárico

C18:1 - Ácido oleico

C18:2 - Ácido linoleico

C18:3 - Ácido α -linolénico

CGRFA - Comissão de Recursos Genéticos para Alimentos e Agricultura

DAD-IS - Sistema de Informação sobre Diversidade de Animais Domésticos

DHA - Ácido docosahexaenóico

DPA - Ácido docosapentaenóico

EPA - Ácido eicosapentaenóico

ESA-IPVC - Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

FAMEs - Esteres de metilo de ácidos gordos

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação

FFUP - Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

GC-FID - Cromatografia gasosa com deteção de ionização de chama

INE - Instituto Nacional de Estatística

L* - Luminosidade

LA - Ácido linoleico

LC-PUFAs - Ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa

MUFAs - Ácidos gordos monoinsaturados

n-3 - Ómega 3

n-6 - Ómega 6

n-9 - Ómega 9

OMS/FAO - Organização Mundial de Saúde e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

ORBEA-IPVC - Órgão Responsável pelo Bem-Estar dos Animais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

PC - Peso da carcaça

PCr - Fosfocreatina

PL - Preta Lusitânica

P_{Loss} - Perda de água por pressão

PP - Raça Pedrês Portuguesa

PUFAs - Ácidos gordos polinsaturados

PV - Peso vivo ao abate

RC - Rendimento da carcaça

RPM - Rotações por minuto

RVC - Rendimento das vísceras comestíveis

SFAs - Ácidos gordos saturados

VC - Peso das vísceras comestíveis

WHC - capacidade de retenção de água

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. Composição nutricional da carne de diferentes espécies (valor por 100 g de parte edível).	14
Quadro 2.2. Principais ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs).	18
Quadro 4.1. Peso vivo, pesos de carcaça e vísceras comestíveis dos machos e fêmeas das quatro raças em estudo (média $\pm$ DP).	35
Quadro 4.2. Rendimentos de carcaça dos machos e fêmeas das quatro raças em estudo (média $\pm$ DP).	36
Quadro 4.3. Parâmetros de qualidade da carne dos machos (média $\pm$ DP).	37
Quadro 4.4. Parâmetros de qualidade da carne das fêmeas (média $\pm$ DP).	38
Quadro 4.5. Composição química da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de peso fresco).	41
Quadro 4.6. Composição química da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de peso fresco).	41
Quadro 4.7. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de ácidos gordos totais).	45
Quadro 4.8. Perfil de ácidos gordos da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de ácidos gordos totais).	46
Quadro 4.9. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em g/100 de carne).	49
Quadro 4.10. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em g/100 de carne).	49
Quadro 4.11. Composição mineral da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em mg/100 g de peso fresco).	51
Quadro 4.12. Composição mineral da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em mg/100 g de peso fresco).	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Número de criadores e efetivo de machos e fêmeas das quatro raças de galinhas autóctones Portuguesas em setembro de 2022. Fonte: AMIBA.	4
Figura 2.2. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Branca (extraído de Brito et al., 2021b).	6
Figura 2.3. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Amarela (extraído de Brito et al., 2021b).	6
Figura 2.4. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Pedrês Portuguesa (extraído de Brito et al., 2021b).	7
Figura 2.5. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Preta Lusitânica (extraído de Brito et al., 2021b).	8
Figura 2.6. Alterações fisiológicas que ocorrem no músculo ao longo do período <i>post mortem</i> (adaptado de Matarneh et al., 2017).	9
Figura 2.7. Estruturas dos ácidos ômega-9, 6 e 3 (adaptado de Perini et al., 2010).	17
Figura 2.8. Biossíntese dos PUFA's (série n-6 e n-3) (adaptado de Perini et al., 2010).	19
Figura 2.9. Influência da velocidade de diminuição do pH <i>post mortem</i> nas características de qualidade da carne. DFD, escura, firme e seca; PSE, pálida, mole e exsudativa; pI, ponto isoelétrico (extraído de Matarneh et al., 2017).	24
Figura 3.1. Identificação dos animais. Fonte: autor.	26

1. INTRODUÇÃO

A utilização de híbridos de alto rendimento na avicultura intensiva tem contribuído para o desaparecimento das raças locais (Dalle Zotte et al., 2019; Franzoni et al., 2021; Van et al., 2020), tornando-se uma forte ameaça à diversidade genética. Mais do que recursos genéticos animais, as raças locais têm significativa relevância sociocultural e ecológica, podem melhorar a economia das comunidades locais e reduzir o impacto negativo dos sistemas intensivos (Franzoni et al., 2021). Portanto, a sua utilização deve ser incentivada de forma a salvaguardar a biodiversidade, potencializar a sua difusão e garantir produtos avícolas alternativos (Castellini & Dal Bosco, 2017; DGAV, 2013; FAO, 2007).

Em Portugal, todas as raças autóctones de galinhas: Branca, Amarela, Pedrês Portuguesa e Preta Lusitânica, estão classificadas como ameaçadas de extinção, embora a Branca seja a que apresenta a situação mais preocupante pelo facto de ter sido a última a ser reconhecida (Brito et al., 2018; Carolino et al., 2013). Atualmente, a gestão do Registo Zootécnico/Livro Genealógico das respetivas raças encontra-se sob responsabilidade da Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã (AMIBA).

Face às iniciativas e mudanças nos hábitos de consumo, hoje a procura por produtos avícolas, carne e ovos, de melhor qualidade aumentou significativamente (Dalle Zotte et al., 2020; Lordelo et al., 2020; Pellattiero et al., 2020), o que tem contribuído para o aumento do número de criadores e número de efetivos por raça.

A qualidade nutricional da carne é um dos aspetos mais valorizado pelos consumidores. Num mercado cada vez mais exigente, onde a carne de aves é descrita como mais saudável comparativamente com a carne de bovino e suíno (Pellattiero et al., 2020; Petracci et al., 2019), a valorização e certificação de produtos de qualidade exigem cada vez mais a utilização de sistemas de produção que priorizem o natural e o tradicional, como o caso das raças autóctones (Morais, 2019).

Considerando o número reduzido de estudos que evidenciam as características de qualidade da carne, peito e coxa, das quatro raças autóctones avícolas Portuguesas (Branca, Amarela, Pedrês Portuguesa e Preta Lusitânica), integrado num projeto de valorização e caracterização sensorial dos seus produtos (AVITECH), o presente estudo visa caraterizar e avaliar os parâmetros de carcaça e qualidade da carne dos machos e fêmeas, de forma a apoiar a sua conservação, aumentar o seu valor intrínseco e corresponder às novas tendências da procura do consumidor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem, domesticação e evolução

Ao longo de muitos anos a origem das aves foi um tema muito controverso dentro da biologia evolutiva. Recentemente, com base nos diversos dados que a ciência foi obtendo, ficou consolidado que as aves são uma evolução dos dinossauros terópodes (Favretto, 2018). A sua origem remonta à cerca de 150 milhões de anos e o primeiro descendente terá sido o *Archaeopteryx* (Favretto, 2010).

Em relação às galinhas domésticas (*Gallus domesticus*), apesar de sua ubiquidade, as suas origens geográficas e temporais são ainda um pouco controversas (Eda, 2021; Wang et al., 2020). Atualmente, considera-se que as galinhas domésticas são descendentes de quatro raças de galinhas selvagens (Junglefowl): Red junglefowl (*Gallus gallus*), Grey junglefowl, (*Gallus sonneratii*), Ceylon ou Sri Lanka junglefowl (*Gallus lafayettii*) e o Green junglefowl (*Gallus varius*) (Eda, 2021; Lawal & Hanotte, 2021). No entanto, acredita-se que estas tenham sido domesticadas a partir da espécie *Gallus gallus* (Hata et al., 2021; Wang et al., 2020). Num estudo filogenético recente, Wang et al., (2020) sugerem que as galinhas domésticas derivam da subespécie *Gallus gallus spadiceus*, uma das cinco subespécies de *Gallus gallus*, com distribuição e predominância atual no sudoeste da China, norte da Tailândia e Mianmar.

Os vestígios mais antigos da sua domesticação datam de há aproximadamente 8000 anos (Hata et al., 2021; Lawal & Hanotte, 2021; Wang et al., 2020). Nos seus primórdios, na China Antiga, a domesticação destes animais não visava fins produtivos, sendo criados apenas com um propósito sagrado e, mais tarde lúdico, particularmente para lutas de galos, o que contribuiu para a sua expansão tanto na China Antiga como na Pérsia e Grécia Antiga (DGAV, 2013; Hata et al., 2021). Devido à sua elevada capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas, facilmente se expandiram pelos diversos continentes através de migrações humanas, rotas comerciais terrestres e marítimas (Lawal & Hanotte, 2021). Acredita-se que a sua introdução na Península Ibérica tenha sido efetuada pelos Celtas (DGAV, 2013).

Por volta de 1850, século XIX, a produção de aves intensifica-se com o intuito de obter a ave perfeita, através de cruzamentos experimentais, porém, a grande viragem no setor surge em pleno século XX, Era Industrial, onde o aumento das populações urbanas e o abandono das zonas rurais contribuiu para a intensificação e massificação da produção

animal e agrícola, o que levou à necessidade de criar galinhas em ambientes controlados a partir da seleção de um número reduzido de raças que permitisse maximizar a sua produção (Soares, 2015).

2.2. Preservação e programas de conservação

Com a chegada da avicultura industrial e consequente entrada de híbridos altamente selecionados para produção de carne e ovos, os sistemas tradicionais de produção, assim como muitas raças de galinhas autóctones a eles associados, têm desaparecido progressivamente, o que tem contribuído para a perda de diversidade genética (Dalle Zotte et al., 2019; Franzoni et al., 2021; Van et al., 2020).

Mais do que recursos genéticos animais, as raças autóctones têm significativa relevância sociocultural e ecológica, podendo melhorar a economia das comunidades locais e reduzir o impacto negativo dos sistemas agrícolas intensivos (Franzoni et al., 2021). Por estes motivos, a conservação, utilização sustentável e a promoção destes recursos genéticos para alimentação e para agricultura estão hoje na agenda das políticas nacionais e comunitárias, assumindo-se como uma prioridade (Castellini & Dal Bosco, 2017; DGAV, 2013; FAO, 2007).

Segundo o relatório da Comissão de Recursos Genéticos para Alimentos e Agricultura (CGRFA), entre as espécies de aves, as galinhas são as que apresentam o maior número de raças em risco à escala global (FAO, 2019, 2021). De acordo com o Sistema de Informação sobre Diversidade de Animais Domésticos (DAD-IS), desenvolvido e mantido pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), em junho de 2021, 28% das 1499 raças de galinhas pesquisadas em todo o mundo apresentam um *status* de conservação classificado de vulnerável a criticamente em perigo, e 3,4% já estão extintas.

Em Portugal, existem quatro raças de galinhas autóctones: Branca (BR), Amarela (AM), Pedrês Portuguesa (PP) e Preta Lusitânica (PL), todas classificadas como ameaçadas de extinção (Brito et al., 2018; Carolino et al., 2013). O estudo, proteção, melhoramento e divulgação destas raças teve uma quase inexplicável ausência de trabalhos até ao início século XXI, embora, a primeira referência às raças avícolas portuguesas tenha sido feita na década de 30 do século passado (Brito et al., 2018, 2021a). Desde 2003, com a cooperação da Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã (AMIBA), foram desenvolvidos programas de conservação, criados livros genealógicos e aprovados os

padrões das raças (Carolino et al., 2014). Através destes registos, tornou-se possível manter uma base de dados dos animais existentes, discriminando o efetivo por raça e por localidade (Carolino et al., 2014). De acordo com os dados registados nos livros genealógicos das respetivas raças, elaborou-se a Figura 2.1 de forma a perceber qual o número atual de criadores e respetivos efetivos por raça.

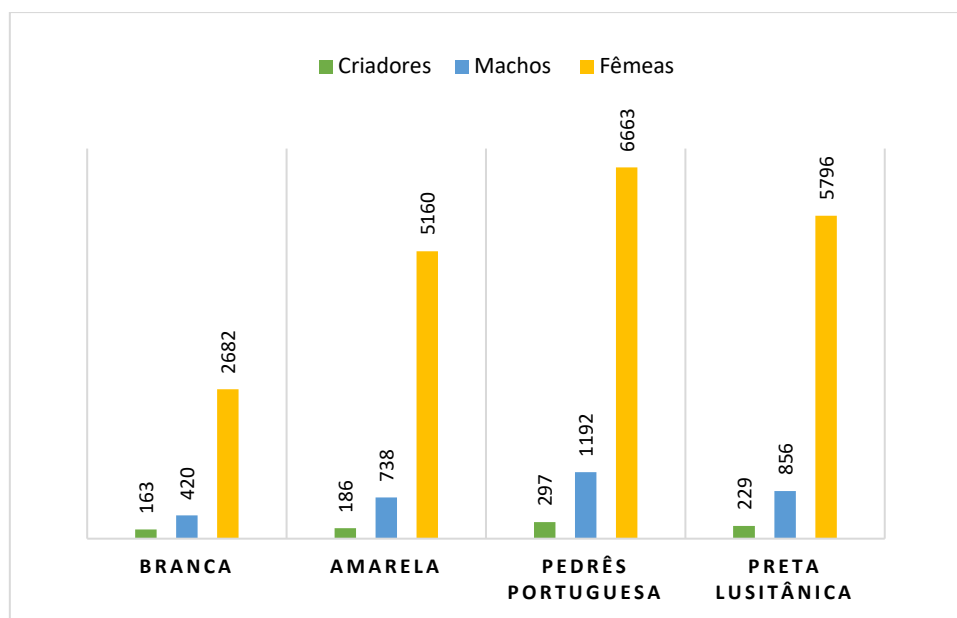


Figura 2.1. Número de criadores e efetivo de machos e fêmeas das quatro raças de galinhas autóctones Portuguesas em setembro de 2022. Fonte: AMIBA.

Fruto das medidas agroambientais e do trabalho conjunto da AMIBA com os produtores, nos últimos anos tem-se observado um aumento significativo do efetivo animal, embora a raça Branca seja aquela que apresenta a situação mais delicada, menor número de efetivos e criadores. É de salientar que, além das medidas preventivas e de conservação adotadas até ao momento, é fundamental aumentar o valor intrínseco destas raças através da realização de estudos complementares, nomeadamente a avaliação qualitativa dos seus produtos (carne e ovos). Recentemente foi estudado o desempenho de crescimento e rendimento de carcaça (Soares, 2015), qualidade dos ovos (Lordelo et al., 2020) e as características fenotípicas e produtivas (Brito et al., 2021a, 2021b), das quatro raças.

Todos os conhecimentos anteriormente mencionados são importantes para garantir a produção e a comercialização de produtos de elevada qualidade, garantindo assim a valorização dos produtos locais, a preservação dos recursos genéticos e a sustentabilidade do meio rural.

2.3. Raças avícolas autóctones portuguesas

As raças autóctones são história e cultura do nosso povo, representando anos de evolução das espécies, e isso, ao longo dos anos, permitiu que estas se fossem adaptando ao meio ambiente e a todas as suas adversidades (DGAV, 2013).

Atualmente, estas raças encontram-se, maioritariamente, no noroeste de Portugal, onde são produzidas ao ar livre, com uma construção simples, funcional e tradicional, adaptada ao número de animais e tipo de produção (carne ou ovos), alimentando-se à base de milho e outros cereais, ervas, couves e outros subprodutos das explorações (Brito et al., 2018; Carolino et al., 2014; Lordelo et al., 2020). São animais extremamente rústicos, de fácil criação, não requerem muita evolução técnica ou tecnológica e o seu modo de produção destaca-se pela utilização equilibrada de recursos naturais, terra e água, o que diminui o impacto ambiental (Brito et al., 2018; Carolino et al., 2014). Geralmente, as fêmeas são utilizadas para a produção de ovos, enquanto os machos são mantidos para a produção de carne e comumente vendidos como uma carcaça inteira. Como são animais de crescimento lento e maturidade tardia, em média, são necessários 9 a 12 meses para que os machos atinjam o peso ideal de abate, enquanto que as fêmeas iniciam a sua postura por volta dos 5-6 meses de idade (Brito et al., 2018, 2021b; Lordelo et al., 2020).

2.3.1. Raça Branca

A raça BR é uma raça avícola autóctone de aptidão mista, produção de carne e ovos, que se tem mantido, embora em número reduzido, nas pequenas explorações da região de Entre Douro e Minho e cujo programa de seleção e melhoramento teve início em 2014.

São aves com porte elegante, altivo e vigoroso; geralmente apresentam uma plumagem completamente branca, viva e brilhante, quer nos machos quer nas fêmeas, como apresentado na Figura 2.2. O peso dos machos pode variar entre 2,3 e 3,2 kg e o das fêmeas entre 1,5 e 2,3 kg.



Figura 2.2. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Branca (extraído de Brito et al., 2021b).

2.3.2. Raça Amarela

A raça avícola AM é uma raça autóctone de aptidão mista, produção de carne e ovos, criada em regime extensivo nas pequenas explorações familiares, particularmente na região noroeste de Portugal, que iniciou o seu programa de seleção melhoramento em 2004.

São aves com porte elegante, altivo, imponente e vigoroso; normalmente o padrão da raça engloba animais com uma plumagem cor castanho alaranjado escuro em fundo amarelo palha (Figura 2.3). O seu peso pode variar entre 2,3 e 3,1 kg nos machos e 1,7 a 2,5 kg nas fêmeas.



Figura 2.3. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Amarela (extraído de Brito et al., 2021b).

2.3.3. Raça Pedrês Portuguesa

A raça PP é uma raça avícola autóctone de aptidão mista, produção de carne e ovos, com uma dispersão nacional, mas particular relevância no noroeste de Portugal. É uma raça rústica, de fácil criação, explorada em regime extensivo e cujo programa de seleção e melhoramento se iniciou em 2003.

As aves apresentam um porte elegante, altivo e vigoroso, apresentam uma plumagem com aspeto mosqueado, predominantemente cinza-escuro sobre um fundo branco, como ilustrado na Figura 2.4. Os machos podem pesar entre 2,6 a 3,0 kg, e as fêmeas entre 2,2 e 2,7 kg.



Figura 2.4. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Pedrês Portuguesa (extraído de Brito et al., 2021b).

2.3.4. Raça Preta Lusitânica

A raça avícola PL é uma das quatro raças autóctones, produzida em regime extensivo, sobretudo na região noroeste de Portugal. É uma raça de aptidão mista, produção de carne e ovos, e cujo programa de seleção e melhoramento se iniciou em 2003.

As aves apresentam um porte elegante, altivo e vigoroso, com uma plumagem totalmente negra. Em certas zonas do corpo, como adornos, dorso, cauda e/ou asas dos machos (conforme ilustrado na Figura 2.5), podem apresentar reflexos ou um brilho metálico azul esverdeado. Os machos têm um peso médio entre 2,5 a 2,9 kg, enquanto as fêmeas pesam entre 1,7 e 2,3 kg.



Figura 2.5. Exemplares (macho e fêmeas) da raça Preta Lusitânica (extraído de Brito et al., 2021b).

2.4. Produção e consumo de carne de aves

Os galináceos são as aves de maior destaque na produção mundial, representando cerca de 76% da carne de aves produzida globalmente (GPP, 2020). Segundo o relatório anual sobre o mercado global de alimentos, a produção global de carne de frango atingiu 133,2 milhões de toneladas em 2020, sendo que 15,2 mil toneladas foram produzidas na União Europeia, incluindo o Reino Unido (FAO, 2020).

Em Portugal, a produção de aves tem crescido consideravelmente, com os galináceos dominando o setor da carne de aves, representando aproximadamente 90% (GPP, 2020). De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2021 foram produzidas 448 mil toneladas de carne de aves, das quais 313 mil toneladas correspondem ao frango (INE, 2022). A procura por carne de aves é impulsionada, em grande parte, pelas suas propriedades organoléticas, valor nutricional, custo acessível, facilidade de confeção e ausência de restrições culturais e religiosas (Čech et al., 2021; Kralik et al., 2018; Petracci et al., 2019).

2.5. Conversão do músculo em carne

A carne, como estrutura complexa de músculo esquelético, tecido conjuntivo e adiposo, resulta de uma série de transformações bioquímicas e estruturais que ocorrem no tecido muscular após o abate, ou mesmo antes (Matarneh et al., 2017; Palma, 2017; Tougan et al., 2013).

Após sensibilização e abate do animal deixa de existir circulação sanguínea e com isso, transporte de oxigênio para os tecidos (Figura 2.6). Apesar da subsequente falta de oxigênio, os tecidos musculares continuam a exercer as suas funções metabólicas de forma a tentar manter os níveis de energia celular e a homeostase (Bowker, 2017; Matarneh et al., 2017; Palma, 2017; Tougan et al., 2013). Quando o oxigênio celular é totalmente consumido, a síntese de ATP (adenosina trifosfato) é assegurada anaerobiamente pela fosfocreatina (PCr), fonte de rápida mobilização energética, e pela conversão das reservas de glicogênio muscular em ATP e ácido láctico (Maltin et al., 2003; Matarneh et al., 2017; Palma, 2017; Tougan et al., 2013). O ácido láctico, produto final do metabolismo glicolítico, vai acumular-se no músculo, devido à falta de fluxo sanguíneo para removê-lo, e diminuir o pH até que as reservas de glicogênio sejam esgotadas, ou até que o pH seja tão baixo de forma a inibir a glicólise e a produção de ATP ($\text{pH} < 5,4$) (Bowker, 2017; Palma, 2017). Como resultado, o pH muscular diminui gradualmente de cerca de 7,2 para um pH final de 5,6 a 5,9 em aproximadamente 6 a 8 horas *post mortem*, em carne de aves, podendo este valor variar de acordo com o músculo (Bowker, 2017; Matarneh et al., 2017).

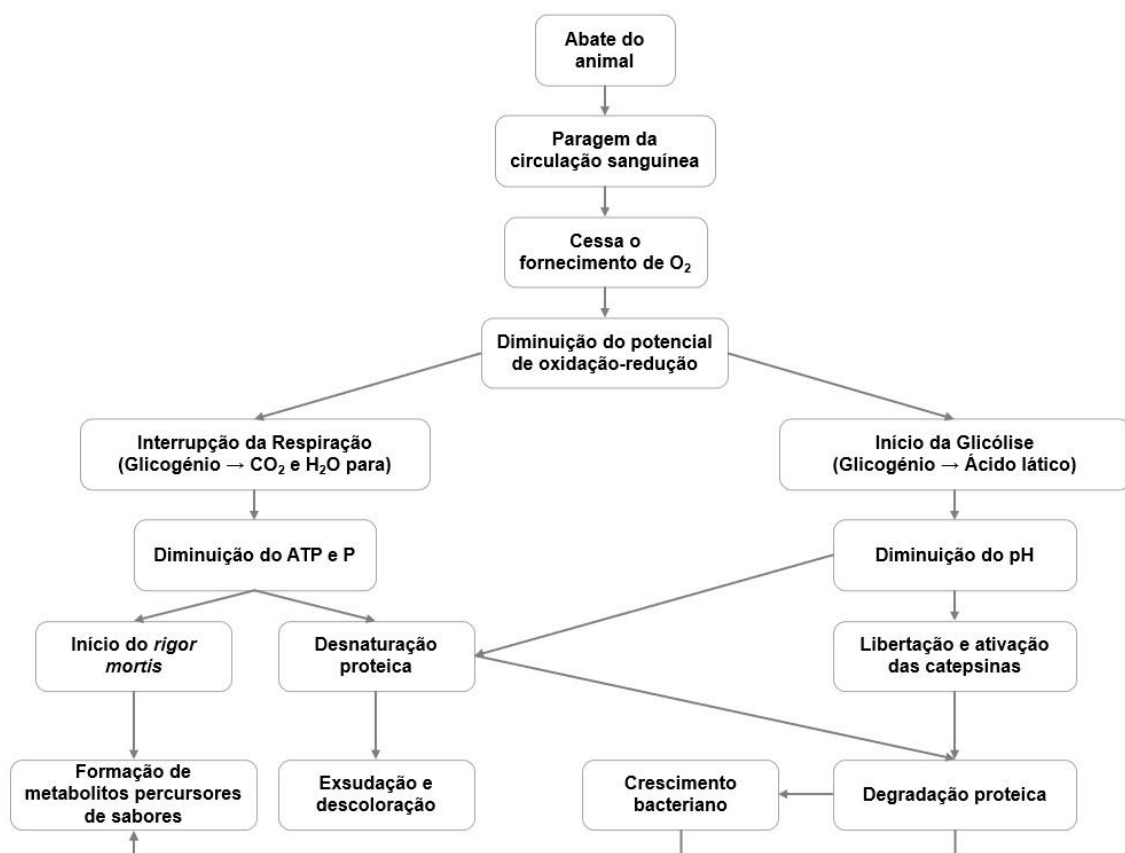


Figura 2.6. Alterações fisiológicas que ocorrem no músculo ao longo do período *post mortem* (adaptado de Matarneh et al., 2017).

À medida que o metabolismo *post mortem* prossegue, o músculo vai perdendo, gradualmente, a capacidade de gerar ATP. Quando a concentração de ATP se torna insuficiente para dissociar a actina e miosina, estas ligam-se irreversivelmente formando o complexo actomiosina, iniciando assim a fase do *rigor mortis*. Quando todas as moléculas de ATP se esgotam, os mecanismos de contração e relaxamento das miofibrilas são interrompidos, estabelecendo-se assim o *rigor mortis* (Bowker, 2017; Matarneh et al., 2017; Mir et al., 2017). A resolução ou final do *rigor mortis* é indicado pela tenrura das massas musculares, devido às alterações que ocorrem na ultraestrutura das fibras musculares. Este processo pode variar de acordo com a espécie, tipo de fibra muscular e com as condições *ante* e *post mortem* (Matarneh et al., 2017; Mir et al., 2017; Palma, 2017).

2.6. Principais atributos de qualidade da carne de aves

O conceito de qualidade da carne é, de um modo geral, um tema bastante complexo que pode ser avaliado sob diferentes pontos de vista, tendo em conta o grau de subjetividade dos atributos que se consideram importantes (Bogosavljevic-Boskovic et al., 2010; Ismail & Joo, 2017; Mir et al., 2017). Porém, do ponto de vista do consumidor, a aparência (cor e o aspeto), a textura (firmeza, suculência e sabor), valor nutricional (ácidos gordos, aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais) e questões relacionadas com a segurança, bem-estar animal, ética, preço, apresentação do produto, origem e marca dos produtos cárneos são os aspetos com maior influência na decisão de compra de produtos cárneos, embora a sua satisfação também seja impulsionada pelas qualidades tecnológicas que refletem a sua capacidade de processamento (Andersen et al., 2005; Ismail & Joo, 2017; Mir et al., 2017).

As alterações bioquímicas e estruturais que ocorrem no músculo com o desenvolvimento do *rigor mortis* determinam em grande parte a qualidade final da carne. Contudo, existe todo um conjunto de fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal com influência sobre os parâmetros de qualidade (Matarneh et al., 2017; Mir et al., 2017; Palma, 2017). Alguns autores referem que a idade, o genótipo, o sexo, a alimentação, o sistema de produção, as condições ambientais, as práticas de abate e as alterações bioquímicas *post mortem* são fatores que influenciam a estrutura e a composição do músculo esquelético, estando por isso envolvidos, em grande parte, nas características de qualidade da carne (Akinwumi &

Odunsi, 2016; Attia et al., 2017; Ismail & Joo, 2017; Li et al., 2020; Listrat et al., 2016; Tougan et al., 2013).

2.6.1. Aparência (cor e o aspeto)

A cor é uma das características de qualidade mais importantes. Para os consumidores serve como indicador de frescura e salubridade, tendo por isso grande influência sobre a decisão de compra (Özbek et al., 2020; Wideman et al., 2016).

As aves são os animais cujas espécies são conhecidas por ter músculos com diferenças significativas de cor, sendo por isso, a carne classificada como branca ou escura. Essas diferenças são, em grande parte, devido à histologia e bioquímica muscular (Anadón, 2002). Está bem documentado que músculos de contração lenta, constituídos por fibras musculares do tipo I e/ou oxidativas (coxa/sobrecoxa), apresentam uma cor mais vermelha (escura) relativamente aos músculos de contração rápida e/ou glicolíticos (peito), devido à maior quantidade de pigmentos heme, essencialmente a mioglobina e hemoglobina (Matarneh et al., 2017; Mir et al., 2017; Wideman et al., 2016). Estes pigmentos são os principais responsáveis pela cor característica da carne fresca, podendo esta variar de acordo com a concentração destes pigmentos, o seu estado químico ou a forma como a luz é refletida na carne (Anadón, 2002; Fletcher, 2002). A cor observada é resultado da absorção seletiva da luz por parte da mioglobina e outros constituintes importantes, como as fibras e proteínas musculares (Gaya & Ferraz, 2006), podendo ser influenciada pela quantidade de água extracelular. Assim, músculos com grande exsudação de água apresentam uma superfície com maior capacidade de reflexão e menor capacidade de absorção de luz, resultando numa intensidade da cor bastante reduzida. Além disso, a intensidade da cor é altamente reduzida pela perda de mioglobina e hemoglobina junto com o exsudado (Anadón, 2002).

2.6.2. Textura

Embora a aparência seja o fator mais preponderante sobre a decisão de compra de produtos cárneos, a textura é, provavelmente, a propriedade sensorial mais importante na avaliação da qualidade da carne de aves por parte dos consumidores, uma vez que esta engloba vários atributos sensoriais, entre eles a tenrura, coesividade, viscosidade, elasticidade, mastigabilidade e suculência (Fletcher, 2002).

Para os consumidores, a tenrura é classificada como a característica de palatabilidade mais importante para a carne confeccionada, seguido do sabor e suculência. A tenrura depende essencialmente das transformações bioquímicas e estruturais que ocorrem no músculo à medida que este se transforma em carne, embora, a maturidade dos tecidos conjuntivos, o estado contrátil das proteínas miofibrilares, a temperatura de escaldão, as condições *ante e post mortem*, a velocidade de desenvolvimento do *rigor mortis* e a forma como esta é preparada (corte) e/ou confeccionada podem influenciar a sua tenrura (Ismail & Joo, 2017; Matarneh et al., 2017; Mir et al., 2017; Palma, 2017). Em animais mais velhos, o estado contrátil do músculo e o componente miofibrilar, são, provavelmente, os fatores que mais influenciam a tenrura e a suculência da carne (Ismail & Joo, 2017).

2.6.3. Sabor

O sabor compreende principalmente o sabor e o aroma e está envolvido no comportamento de compra da carne e preferências dos consumidores (Jayasena et al., 2013; Mir et al., 2017).

O sabor da carne resulta dos compostos voláteis originados durante o processo de cocção, devido a uma série de reações complexas induzidas pelo calor entre os componentes naturais presentes na carne crua (Aliani & Farmer, 2005; Baéza et al., 2021; Jayasena et al., 2013). Os principais precursores podem incluir açúcares redutores e fosforilados, aminoácidos, tiamina e lípidos (Aliani & Farmer, 2005). Basicamente, o sabor da carne desenvolve-se durante a sua cocção devido às interações de açúcar e aminoácidos (reação de Maillard), oxidação lipídica e degradação da tiamina (Jayasena et al., 2013; Mir et al., 2017).

Embora o sabor da carne possa ser influenciado por vários fatores de produção e processamento, incluindo a raça/linhagem do animal, sexo, idade, presença de aminoácidos e nucleotídeos livres, antioxidantes, pH, cocção, irradiação e tratamento por alta pressão, a dieta animal terá sempre grande influência sobre os componentes do sabor, modulando particularmente o conteúdo e composição lipídica e os níveis de antioxidantes e compostos solúveis em água (Baéza et al., 2021; Jayasena et al., 2013; Mir et al., 2017). É importante referir que a composição lipídica tem um grande impacto sobre os atributos sensoriais, nomeadamente devido à oxidação lipídica e aos sabores desagradáveis resultantes (Jayasena et al., 2013).

2.6.4. Valor nutricional

O valor nutricional da carne está diretamente relacionado com a sua composição em termos de energia, proteína, lípidos, sais minerais e vitaminas (Listrat et al., 2016; Wood, 2017). Do ponto de vista nutricional, a carne de frango é reconhecida por fornecer nutrientes essenciais em quantidades superiores em relação a outros alimentos (Marangoni et al., 2015), sendo por isso considerada um alimento nutricionalmente valioso (Kralik et al., 2018; Marangoni et al., 2015). A carne de frango é uma excelente fonte nutricional devido, principalmente, ao seu baixo valor calórico e elevado teor proteico, mas também por ser uma fonte de ácidos gordos essenciais, especialmente os ómega-3 (n-3) (Bordoni & Danesi, 2017; Ismail & Joo, 2017; Mir et al., 2017), sais minerais e vitaminas do complexo B (Ahmad et al., 2018; Akinwumi & Odunsi, 2016; Kralik et al., 2018; Marangoni et al., 2015).

A composição química dos músculos é uma medida importante da qualidade da carne de frango (Attia et al., 2017). A sua composição varia de acordo com a peça (corte) (Bordoni & Danesi, 2017), podendo ser influenciada pelo genótipo, idade, sexo, ambiente, sistema de produção e alimentação (Castellini et al., 2002a; Cömert et al., 2016; Fanatico et al., 2007). Em geral, a carne de frango é constituída essencialmente por 70 a 80% de água, 15 a 25% de proteína, sendo o restante formado principalmente por lípidos, sais minerais e vitaminas (Culioli et al., 2003; Mir et al., 2017; Soares, 2015). No Quadro 2.1, pode-se verificar a composição nutricional da carne de diferentes espécies. Nesse contexto, destaca-se a carne de frango, particularmente o peito e a perna (coxa e sobrecoxa), como uma excelente fonte nutricional devido ao alto teor de proteína, baixo teor de gordura saturada e composição mineral mais favorável em comparação com outros tipos de carne. Estas características tornam o produto uma excelente escolha para os consumidores preocupados com uma alimentação saudável e ingestão de gorduras saturadas.

Quadro 2.1. Composição nutricional da carne de diferentes espécies (valor por 100 g de parte edível).

Nome do alimento	Energia (kcal)	Água (g)	Proteína (g)	Lípidos (g)	Cinzas (g)	SFAs (g)	MUFAs (g)	PUFAs (g)	Fósforo (mg)	Potássio (mg)	Cálcio (mg)	Magnésio (mg)	Sódio (mg)	Ferro (mg)	Zinco (mg)
Frango inteiro sem pele, cru	110	74	22,9	2	1,03	0,5	0,7	0,4	200	380	12	27	77	0,9	1
Peru inteiro com pele, cru	137	72	20,5	6,1	1,15	2	2,4	1,5	210	270	18	19	49	2	1,6
Pato sem pele, cru	133	73,4	19,3	6,2	1,06	1,6	2,7	0,7	200	280	12	19	92	2,4	1,9
Coelho cru	117	74,4	20,3	4	1,3	1,3	0,9	0,7	220	380	17	20	58	1	1,5
Javali cru	108	75,9	19,5	3,4	1,1	1,5	1,4	0,2	170	360	10	22	94	1,8	2,3
Peito de frango sem pele, cru	108	73,8	24,1	1,2	0,8	0,3	0,4	0,2	220	370	5	29	60	0,5	0,8
Peito de peru sem pele, cru	105	74,2	23,4	1,3	1,1	0,3	0,4	0,2	210	350	8	32	63	0,7	0,6
Peito de vitela magro cru	147	71	19,6	7,6	1,8	3,2	3,6	0,3	230	410	11	21	28	1,1	3,3
Perna de frango sem pele, crua	111	74,3	22	2,6	1,21	0,6	0,9	0,5	190	390	18	26	90	1,2	1,1
Bife de vaca cru	122	72,9	20,9	4,3	1,1	1,8	1,8	0,2	170	370	9	23	60	1,4	3,6
Bife de vitela cru	149	71,2	19,9	7,6	1,1	3,2	3,6	0,3	200	370	14	19	25	0,9	3
Lombo de porco cru	131	72	22,2	4,7	1,1	1,6	1,6	0,8	220	400	7	23	53	0,6	1,6
Lombo de vitela cru	148	71,2	19,9	7,6	1,3	3,2	3,6	0,3	200	350	14	18	24	0,9	3
Costeleta de porco meio gorda crua	221	62,6	19,8	15,8	1,06	5,4	5,3	2,6	190	380	14	18	100	1,4	2,1

SFAs—ácidos gordos saturados; MUFAs—ácidos gordos monoinsaturados; PUFAs—ácidos gordos polinsaturados. Fonte: extraído de INSA (2021).

2.6.4.1. Proteína

A proteína é o componente em maior proporção na carne logo a seguir à água (Soares, 2015). A carne de frango é reconhecida por ser uma fonte de proteína de elevada qualidade nutricional e fácil digestibilidade (Kralik et al., 2018; Marangoni et al., 2015), devido ao seu conteúdo em aminoácidos (glutamina, asparagina, lisina, leucina, arginina e alanina) (Baéza et al., 2021; Soares, 2015), e pelo facto de conter baixos níveis de colágeno comparativamente a outros tipos de carne (Bordoni & Danesi, 2017; Kralik et al., 2018).

Nas aves, o teor de proteína difere entre as principais partes anatómicas, peito, coxa, sobrecoxa e asas, sendo o seu valor superior no peito (Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Soares, 2015; Vargas-Ramella et al., 2021). A maioria dos autores relaciona essa diferença com a própria estrutura dos músculos. Além disso, o teor de proteína pode ser influenciado pela idade de abate, à medida que as aves envelhecem há um aumento do teor de gordura e uma redução da deposição de proteína tecidual e água (Baéza et al., 2021; Dias et al., 2020) e pela alimentação (Bogosavljević-Bošković et al., 2010; Pateiro et al., 2018), uma vez que dietas mais ricas em proteína induzem um maior teor de proteína da carne, reduzindo o teor de gordura nos músculos.

2.6.4.2. Lípidos e ácidos gordos

De toda a composição química da carne de frango, a fração lipídica é a mais variável (Baéza et al., 2021; Bordoni & Danesi, 2017). Os lípidos são substâncias insolúveis em água, representados maioritariamente por triglicerídeos (98 a 99%), fosfolípidos e colesterol (Baéza et al., 2021; da Silva et al., 2021; Soares, 2015), podendo ser classificados como lípidos de reserva (triglicerídeos), estruturais (fosfolípidos), sinalizadores, cofatores e pigmentos (da Silva et al., 2021).

Os lípidos são constituintes importantes da dieta alimentar, não só pelo seu valor energético, mas também por serem uma fonte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e ácidos gordos essenciais (Marangoni et al., 2015). Além disso, desempenham um papel importante na qualidade de alguns produtos alimentares, pelo facto de melhorarem o sabor, a suculência, o aroma e a textura (Marangoni et al., 2015; Øverland et al., 2011).

Na carne de frango, a fração lipídica varia, particularmente, de acordo com o músculo (peça) (Bordoni & Danesi, 2017). Em geral, a região da coxa/sobrecoxa e da cavidade

abdominal são as zonas com maior deposição de gordura, visto serem regiões onde a reserva de energia é importante para o isolamento térmico e atividade física. Por outro lado, o músculo do peito é a peça da ave com menor teor de gordura devido à reduzida necessidade de armazenamento de energia (Dalle Zotte et al., 2019; Souza-Soares & Siewerdt, 2005; Tasoniero et al., 2018).

O teor lipídico pode ser influenciado pelo genótipo, sexo, idade, sistema de produção e alimentação (Castellini et al., 2002a; Dal Bosco et al., 2012; Dal Bosco et al., 2014; Fanatico et al., 2007; Li et al., 2017; Popova et al., 2016). A alimentação é a que mais influência tem sob a deposição de gordura no tecido muscular, particularmente pela relação entre energia e proteína, uma vez que uma elevada proporção de energia em relação à proteína leva a uma maior deposição de gordura (Baéza et al., 2021; Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

Os ácidos gordos são ácidos monocarboxílicos com cadeias hidrocarbonadas de 4 a 36 carbonos e apresentam uma estrutura básica de $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ (Nelson & Cox, 2012; Wood, 2017). São compostos integrantes dos lípidos e podem ser classificados como ácidos gordos saturados (SFAs), monoinsaturados (MUFAs) ou polinsaturados (PUFAs) conforme a presença de ligações duplas (insaturações) entre as cadeias de carbono (Perini et al., 2010; Soares, 2015). Na carne de aves, estão distribuídos entre os fosfolípidos e os triglicerídeos presentes nos músculos dos animais (Santos, 2019). Os fosfolípidos predominam na carne branca, músculo do peito, enquanto os triglicerídeos prevalecem na carne da coxa/sobrecoxa e tecido subcutâneo (Gonzalez-Esquerria & Leeson, 2000). Os fosfolípidos são um componente essencial das membranas celulares e são ricos em ácidos gordos insaturados. A sua quantidade permanece constante, podendo aumentar à medida que o teor de gordura aumenta (Puerta, 2019; Wood et al., 2008). Os triglicerídeos são ricos em SFAs e MUFAs, e encontram-se nos adipócitos e em outros órgãos (Santos, 2019).

Os ácidos gordos são considerados SFAs quando só apresentam ligações simples entre os átomos de carbono, MUFAs quando apresentam uma ligação dupla e PUFAs quando apresentam duas ou mais insaturações (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010; da Silva et al., 2021; Soares, 2015). Quando possuem 16 ou mais átomos de carbono são considerados ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs) (Perini et al., 2010).

Entre os principais ácidos gordos destacam-se o ácido láurico (C12:0), o mirístico (C14:0), o palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0) no grupo dos saturados, enquanto que no grupo dos insaturados se destacam o ácido oleico (C18:1), o linoleico (C18:2) e o α -linolénico (C18:3) (Soares, 2015).

Dentro dos ácidos gordos insaturados existem as séries ómega-9 (n-9) (MUFAs), ómega-6 (n-6) e ómega-3 (n-3) (PUFAs) (da Silva et al., 2021; Soares, 2015). O carácter ómega (ou n) designa a posição da primeira insaturação a partir do grupo metilo (extremidade oposta ao grupo carboxilo), com a primeira insaturação no nono, sexto e terceiro carbono respetivamente (Figura 2.7) (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010; da Silva et al., 2021; Soares, 2015).

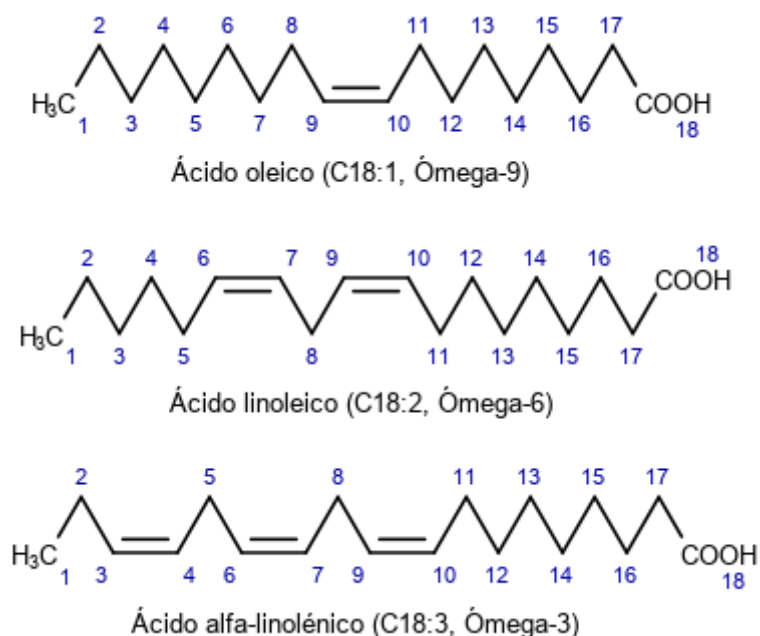


Figura 2.7. Estruturas dos ácidos ómega-9, 6 e 3 (adaptado de Perini et al., 2010).

Entre o grupo dos insaturados, destacam-se os PUFAs, considerados essenciais, pois compõem uma classe de moléculas que não podem ser sintetizadas pelo organismo por não possuírem a enzima delta 9 ($\Delta 9$) dessaturase; por este motivo devem ser incluídos na alimentação (Moreira et al., 2002; da Silva et al., 2021; Souza-Soares & Siewerdt, 2005). Entre eles, o ácido linoleico e α -linolénico (C18:2n-6 e C18:3n-3) são os mais importantes, visto serem os principais precursores de outros LC-PUFAs, dos quais se destaca o ácido araquidónico (AA) (série n-6), o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) (ambos n-3) (Quadro 2.2) (Martin et al., 2006; Moreira et al., 2002; Perini et al., 2010; da Silva et al., 2021). O EPA é um importante regulador da

saúde cardiovascular e juntamente com o AA são importantes precursores de eicosanóides (prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina e leucotrienos). O DHA tem um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e visual (Bostami et al., 2017; Perini et al., 2010; Giovanni & Chew, 2005; da Silva et al., 2021).

Quadro 2.2. Principais ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa (LC-PUFAs).

Número de carbonos e insaturações	Posição das insaturações	Série	Nome comum
18:2	9, 12	$\Omega 6$	Linoleico (LA)
18:3	6, 9, 12	$\Omega 6$	γ -linolénico
18:3	9, 12, 15	$\Omega 3$	α -linolénico (ALA)
20:4	5, 8, 11, 14	$\Omega 6$	Araquidónico (AA)
20:5	5, 8, 11, 14, 17	$\Omega 3$	Eicosapentaenóico (EPA)
22:5	7, 10, 13, 16, 19	$\Omega 3$	Docosapentaenóico (DPA)
22:6	4, 7, 10, 13, 16, 19	$\Omega 3$	Docosaheptaenóico (DHA)

Fonte: adaptado de Souza-Soares & Siewerdt (2005).

Tal como nos mamíferos, nas aves o C18:2n-6 e o C18:3n-3 não são sintetizados pelo organismo devendo por isso, ser disponibilizados na alimentação (Bostami et al., 2017; da Silva et al., 2021; Soares, 2015). Uma vez ingeridos, vão ser convertidos em outros LC-PUFAs, através de uma série de reações de dessaturação e alongação (Figura 2.8) (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010; da Silva et al., 2021; Soares, 2015). As reações de dessaturação são catalisadas principalmente pelas enzimas delta 6 ($\Delta 6$) e delta 5 ($\Delta 5$) dessaturase (da Silva et al., 2021). As dessaturases atuam oxidando dois carbonos da cadeia formando ligações duplas com a configuração *cis*, enquanto que as elongases adicionam dois átomos de carbono à cadeia (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010; da Silva et al., 2021).

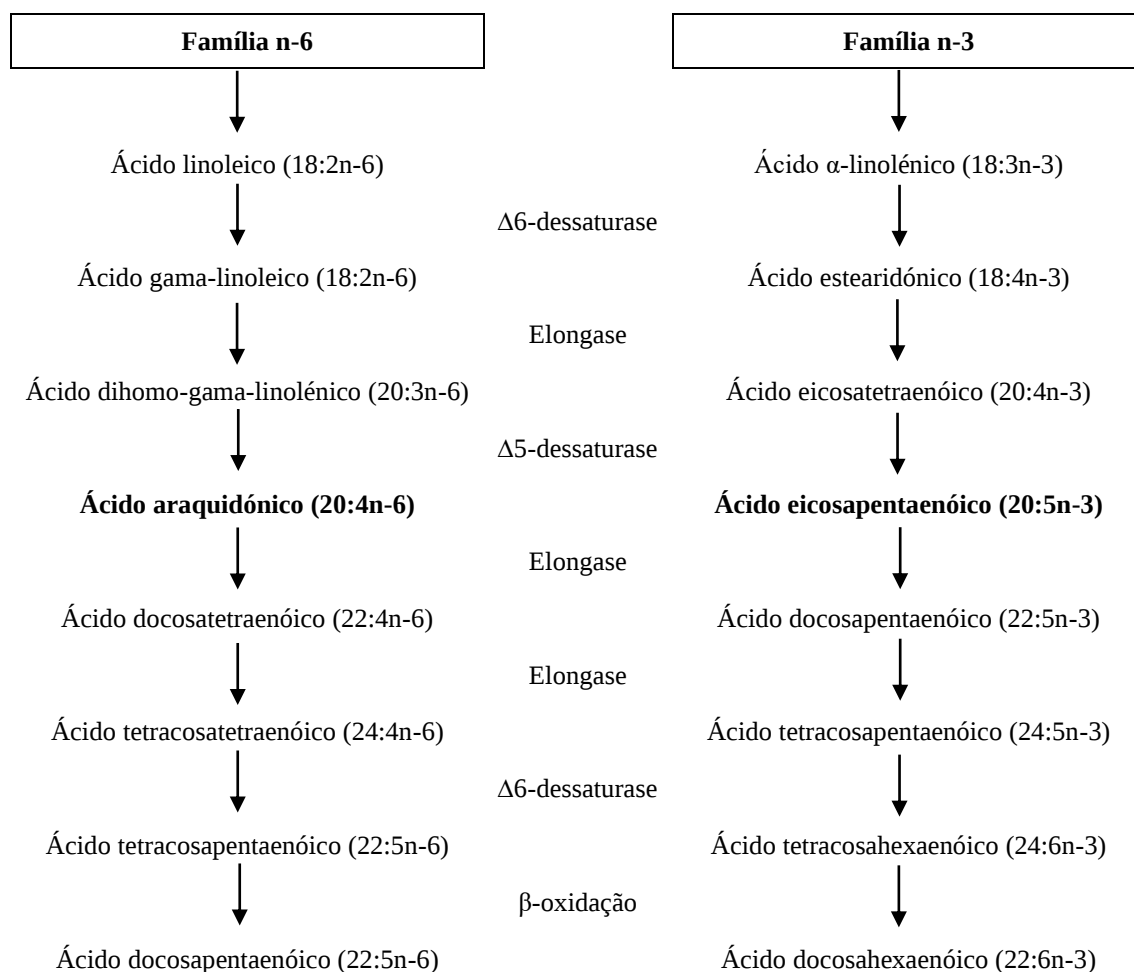


Figura 2.8. Biossíntese dos PUFAs (série n-6 e n-3) (adaptado de Perini et al., 2010).

A relação entre os PUFAs n-6 e n-3 na dieta é muito importante, visto que a taxa de conversão do C18:3-n3 nos seus derivados de cadeia longa é muito baixa nos humanos e nas aves (da Silva et al., 2021). Como existe uma competição pelas enzimas dessaturases e elongases durante a metabolização dos ácidos C18:2n-6 e C18:3n-3, o excesso de C18:2n-6 na dieta pode limitar a conversão do C18:3n-3 e com isso reduzir a síntese de EPA e DHA (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010).

Vários estudos têm demonstrado que dietas equilibradas em PUFAs n-6 e n-3 desempenham um papel importante na prevenção de doenças crônicas. Por outro lado, a ausência ou o desequilíbrio (quantidades elevadas de n-6) são responsáveis por acelerar o processo de envelhecimento e aumentam a probabilidade de desenvolvimento de doenças degenerativas e cardiovasculares (Marangoni et al., 2015; Milićević et al., 2014; Perini et al., 2010; Soares, 2015).

Apesar dos PUFA's serem benéficos para a saúde humana, é importante referir que níveis elevados tornam a carne mais suscetível ao processo de oxidação, o que leva a alterações de cheiro, sabor e valor nutricional (Del Puerto et al., 2017; Muzolf-Panek & Kaczmarek, 2021; da Silva et al., 2021). Além disso, também podem influenciar a supressão da síntese de MUFA's por meio da inibição da ação do complexo enzimático $\Delta 9$ dessaturase, que é a principal enzima responsável pela conversão dos SFA's em MUFA's (Bostami et al., 2017; Pinchasov & Nir, 1992).

Embora a dieta animal seja o principal fator de variação do perfil de ácidos gordos, este também pode ser afetado pelo genótipo (Dalle Zotte et al., 2019; Pateiro et al., 2018; Zanetti et al., 2010), idade (Popova et al., 2016), sexo (De Marchi et al., 2005), tipo de músculo (Straková et al., 2010) e sistema de produção (Küçükyılmaz et al., 2012).

2.6.4.3. Elementos minerais

A composição mineral dos alimentos é um aspeto de grande importância para a saúde humana (Gálvez et al., 2020). Os minerais são substâncias inorgânicas, presentes em todos os tecidos e fluídos corporais e a sua presença na alimentação é fundamental para a manutenção das funções bioquímicas e fisiológicas do corpo (Falowo, 2021; Gálvez et al., 2020; Soetan et al., 2010). Basicamente, são componentes estruturais dos tecidos corporais, estão envolvidos na manutenção do equilíbrio ácido-base e na regulação dos fluídos corporais, no transporte de gases e nas contrações musculares (Soetan et al., 2010).

Os elementos minerais são classificados com base no seu papel fisiológico no corpo. De acordo com essa classificação, os macroelementos (fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na)), constituem a maior parte das células e tecidos, sendo por isso elementos "estruturais". O ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), selénio (Se), e manganês (Mn) são agrupados como oligoelementos "essenciais" para a manutenção da saúde humana (Prashanth et al., 2015; Tapiero & Tew, 2003).

Comparativamente a outras espécies, a carne de frango é também uma excelente fonte de minerais (Quadro 2.1), especialmente P, K, Ca, Mg, Na e Zn (Kralik et al., 2018; Marangoni et al., 2015; Menezes et al., 2018). Como os minerais não podem ser sintetizados bioquimicamente pelos organismos vivos, a sua deposição no músculo animal depende de fatores como a raça, sexo, idade, dieta e ingestão de água, sistema de produção, condições ambientais e tipo de músculo (Falowo, 2021; Kralik et al., 2018; Menezes et al., 2018; Połtowicz & Doktor, 2013).

O P é um mineral presente em todas as células do corpo e está vitalmente relacionado com muitos processos metabólicos. Funciona como constituinte dos ossos, dentes, ATP e ácidos nucleicos. Tem ação tamponante e está envolvido na síntese de fosfolipídios e fosfoproteínas (Soetan et al., 2010). Em crianças até 1 ano, recomenda-se a ingestão entre 100 e 275 mg de fósforo, já em adultos, a ingestão adequada é de 800 a 1300 mg (Falowo, 2021).

O K é um mineral cuja ingestão adequada é importante para a regulação de eletrólitos, pressão arterial, secreção de insulina, metabolismo energético e síntese de proteínas (Falowo, 2021). A sua ingestão pode reduzir a pressão arterial, prevenir ou reduzir a progressão de doenças renais, o risco de doenças cardiovasculares e o risco de osteoporose (He & MacGregor, 2008). Em adultos, tem sido recomendado uma ingestão diária de pelo menos 3500 mg (WHO, 2012a).

O Ca é o mineral mais abundante no corpo humano, representando cerca de 1,5% do peso corporal (Falowo, 2021; Zoroddu et al., 2019). Embora seja o principal constituinte dos ossos e dentes, o Ca está envolvido nos processos de contração vascular e vasodilatação, coagulação sanguínea, transmissão nervosa e secreção hormonal (Soetan et al., 2010). Dependendo das diretrizes de referência, em média, um adulto deve ingerir entre 1000 a 1300 mg de Ca por dia (Cormick & Belizán, 2019). A deficiência de Ca é descrita como uma das principais causas de osteoporose; em crianças e adultos, afeta também a dentição (Soetan et al., 2010).

O Mg desempenha um papel vital em mais de 300 reações enzimáticas, entre as quais a transmissão de impulsos nervosos e a síntese de ácidos gordos e proteínas. A sua deficiência pode afetar as reações que requerem ATP, como a síntese de proteínas, contração muscular e a regulação da pressão arterial (Falowo, 2021; Zhang et al., 2017; Zoroddu et al., 2019). Em adultos, recomenda-se a ingestão de 310-320 mg e 400-420 mg por dia para mulheres e homens, respetivamente. Para mulheres grávidas e lactantes é recomendada a ingestão de 350 mg por dia (Falowo, 2021; Zhang et al., 2017).

O Na é um dos elementos mais importantes para o organismo. É referido como um eletrólito corporal e é encontrado principalmente no sangue e no fluido extracelular. É necessário para a manutenção do volume plasmático, equilíbrio ácido-base, transmissão de impulsos nervosos, função muscular, permeabilidade celular e pressão osmótica (Falowo, 2021; Soetan et al., 2010). Embora a ingestão mínima adequada de Na não esteja bem definida, estima-se que seja necessário pelo menos 200 a 500 mg por dia para

um bom funcionamento do organismo (Falowo, 2021; WHO, 2012b), porém, o seu consumo médio está bem acima das necessidades fisiológicas mínimas, e em muitos países acima do valor recomendado pela OMS/FAO. Dados sugerem que a ingestão de Na em adultos não deve exceder 2,4 g/dia (equivalente a 6 g/dia de sal de mesa). O consumo excessivo está associado ao aumento da pressão arterial (WHO, 2012b; Zoroddu et al., 2019).

Os oligoelementos são estruturas fundamentais a nível biológico, químico e molecular. Estes elementos atuam como mediadores de reações bioquímicas, agindo como cofatores para muitas enzimas, mas também como estabilizadores de enzimas e proteínas (Prashanth et al., 2015).

O Fe é um dos oligoelementos mais importantes. Como componente da hemoglobina, uma das funções mais importantes do Fe é o transporte de oxigénio. Por ser um metal com alto potencial *redox*, desempenha um papel de cofator em várias proteínas envolvidas no metabolismo celular, metabolismo energético, respiração mitocondrial, síntese de ácido nucleicos, crescimento e diferenciação celular (Bordoni & Danesi, 2017; Delgadinho, 2014; Skalnaya & Skalny, 2018).

O equilíbrio de Zn é fundamental para o crescimento, desenvolvimento, diferenciação, síntese de ácidos nucleicos e apoptose celular (Delgadinho, 2014). Por ser um cofator é parte estrutural de muitas enzimas (Bordoni & Danesi, 2017; Skalnaya & Skalny, 2018). Além disso, o ião Zn^{2+} liga-se a mais de 3000 proteínas, representando cerca de 10-20% de todo o proteoma (Skalnaya & Skalny, 2018).

O Mn é um oligoelemento essencial com alto potencial *redox*, estando por isso envolvido em muitos processos enzimáticos. É uma parte estrutural dos sistemas enzimáticos do cérebro, participa no funcionamento dos sistemas antioxidante, músculo-esquelético, imunológico e reprodutivo, bem como nos processos de desintoxicação (Prashanth et al., 2015; Skalnaya & Skalny, 2018).

O Cu, além de ser um oligoelemento, desempenha um papel crucial no equilíbrio metabólico, pois está envolvido na incorporação e especificidade de numerosas proteínas e enzimas. Sendo um cofator, desempenha um papel importante na respiração celular, na biossíntese de hormonas e na absorção de ferro (Delgadinho, 2014; Prashanth et al., 2015; Skalnaya & Skalny, 2018).

2.7. Fatores que influenciam a qualidade da carne

2.7.1. pH

A alteração no pH muscular é uma das mudanças mais significativas que ocorre durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, sendo por isso, um dos principais fatores que mais preponderância tem sobre a qualidade da carne, uma vez que a sua evolução ao longo do período *post mortem* e o seu valor final vão influenciar alguns dos parâmetros qualitativos da carne, nomeadamente a cor, sabor, tenrura, capacidade de retenção de água, suculência e tempo de vida útil (Amorim, 2013; Choe & Kim, 2020; Feiner, 2006; Mir et al., 2017).

O pH final da carne depende, em grande parte, da quantidade de glicogénio muscular *ante mortem* e da sua taxa de conversão em ácido láctico *post mortem* (Duclos et al., 2007; Mir et al., 2017). Contudo, este também pode ser influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal, nomeadamente, o genótipo, a idade, o sexo, o tipo de músculo, o sistema de produção e as condições *ante mortem* (Amorim, 2013; Kralik et al., 2018).

Nas aves, o tecido muscular *in vivo* apresenta um pH de aproximadamente 7,2, o qual, após o abate diminui de forma gradual até um valor final entre 5,6 e 5,9 (Bowker, 2017; Duclos et al., 2007; Matarneh et al., 2017). Esta diminuição ocorre devido à formação de ácido láctico, produto final do metabolismo glicolítico, e à sua acumulação no músculo devido à falta de fluxo sanguíneo para o remover. O pH muscular diminui até que as reservas de glicogénio se esgotem ou até que este seja tão baixo ($\text{pH} < 5,4$) ao ponto de inibir a glicólise (Bowker, 2017; Palma, 2017).

A velocidade e a amplitude de descida do pH são os principais determinantes da qualidade da carne (Soares, 2015). Um pH final mais elevado está associado a uma cor mais escura, a uma menor perda de água por gotejamento (maior capacidade de retenção e ligação da água) e a uma carne mais firme (DFD). Por outro lado, quando o valor de pH desce muito rápido e atinge valores abaixo de 6 com a temperatura da carcaça ainda elevada ($> 35^{\circ}\text{C}$), ocorre a desnaturação de algumas proteínas musculares, dando origem a uma carne com características análogas à do tipo PSE (*Pale, Soft, Exudative*), ou seja, cor pálida, textura macia e exsudação considerável (Figura 2.9) (Anadón, 2002; Duclos et al., 2007; Huff-Lonergan & Lonergan, 2005; Soares, 2015).

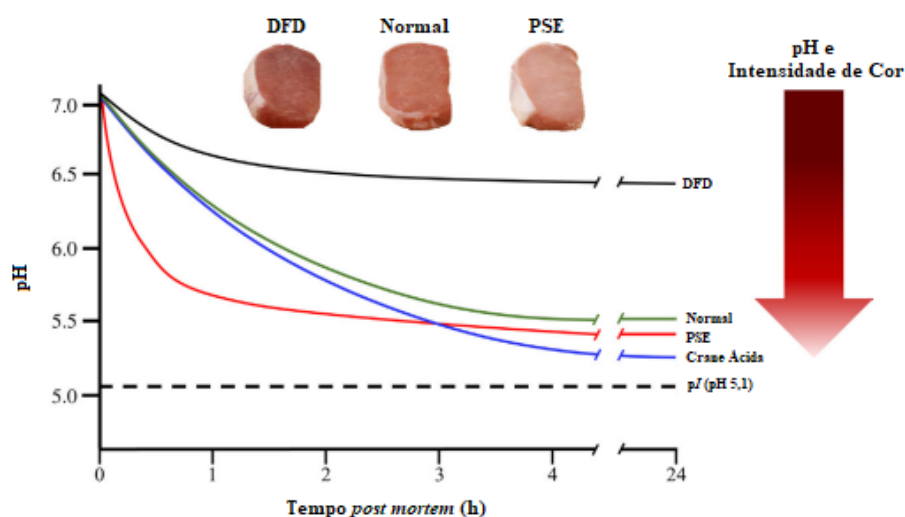


Figura 2.9. Influência da velocidade de diminuição do pH *post mortem* nas características de qualidade da carne. DFD, escura, firme e seca; PSE, pálida, mole e exsudativa; pI, ponto isoelétrico (extraído de Matarneh et al., 2017).

2.7.2. Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água é um termo utilizado para descrever a capacidade que o músculo, ou produtos cárneos, tem em reter e/ou perder água durante a aplicação de força, processamento, armazenamento e cocção (Bowker, 2017; Mir et al., 2017), que pode ser influenciada pelas mudanças estruturais e bioquímicas que ocorrem durante a transformação do músculo em carne (Bowker & Zhuang, 2015; Petracci et al., 2015).

Como grande parte da água do músculo está retida nas estruturas da célula, incluindo os espaços intra e extra miofibrilares, qualquer alteração que ocorra na sua estrutura irá influenciar a capacidade das células musculares reterem água (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). Este parâmetro pode ser avaliado através de métodos gravimétricos (perda por gotejamento), métodos de cocção ou pela aplicação de forças mecânicas externas (pressão em papel de filtro ou centrifugação). Estes métodos baseiam-se na alteração de peso das amostras devido à perda de água (Bowker, 2017).

Embora a capacidade de retenção de água possa ser influenciada por outros aspetos, como por exemplo a espécie, idade e tipo de músculo, o pH e a desnaturação proteica são os principais responsáveis por reduzir a capacidade de retenção de água da carne (Baéza et al., 2021; Huff-Lonergan & Lonergan, 2005). À medida que o pH muscular diminui com a progressão do *rigor mortis*, em resultado da acumulação de ácido láctico, e se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas musculares (aproximadamente 5,1 - 5,4), a carga líquida nas proteínas musculares é reduzida a zero. A falta de cargas repulsivas faz com

que as proteínas se atraíam reduzindo assim a capacidade de estas se ligarem à água. Outro fator importante é o facto das proteínas musculares se tornem mais compactas, em resultado da formação do complexo actomiosina, reduzindo o espaço disponível para a água ser retida intramuscularmente, aumentando a quantidade de água expelida para o espaço extracelular (Anadón, 2002; Bowker & Zhuang, 2015; Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

A desnaturação das proteínas musculares ocorre em resultado da sua exposição a um baixo pH e a temperaturas elevadas no início do *rigor mortis*, fazendo com que haja uma menor capacidade de reter água entre os filamentos de actina e miosina, aumentando assim a perda de água por gotejamento (Anadón, 2002; Bowker & Zhuang, 2015).

Em suma, a perda de água, ou condição exsudativa da carne, é um resultado composto pela incapacidade de as proteínas musculares reterem água, devido à perda de grupos reativos para ligar a água e pela falta de espaço entre as miofibrilas conforme referido anteriormente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESA-IPVC). Todos os procedimentos descritos foram aprovados pelo Órgão Responsável pelo Bem-Estar dos Animais do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ORBEA-IPVC), em conformidade com o disposto pelo Decreto-Lei n.º 113/2013, de 7 de agosto. Os estudos de qualidade de carne foram realizados nos Laboratórios da Escola Superior Agrária (ESA-IPVC), enquanto que o estudo do perfil de ácidos gordos foi realizado pelo Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (FFUP).

3.1. Tamanho da amostra e gestão dos animais

A amostra foi constituída por 160 aves, 20 machos e 20 fêmeas por raça, provenientes da AMIBA e criadores associados; os animais foram identificados com 21 dias de idade, por meio de um identificador (brinco), colocado na prega anterior da asa direita. Nesse brinco está gravado, de um lado, o número de série referente ao animal e, do outro, três letras associadas à raça (Figura 3.1).



Figura 3.1. Identificação dos animais. Fonte: autor.

Todos os animais foram criados ao ar livre (na mesma área geográfica), em pequenas explorações familiares, utilizando uma construção simples, funcional e tradicional adaptada ao número de animais e tipo de produção (carne ou ovos), com densidade interna máxima de 4 a 6 aves/m² e uma área externa mínima de 4 m²/animal.

Durante os primeiros 21 dias de vida, as aves foram alimentadas com concentrado de iniciação e água *ad libitum*. Após esse período, tiveram livre acesso a pasto e foram alimentadas *ad libitum* com milho e/ou mistura de cereais e, quando disponíveis, eram fornecidos outros excedentes ou subprodutos hortícolas das explorações, como por exemplo couves, cenouras, abóbora, alface entre outros.

3.2. Abate e avaliação das características de carcaça

Seguindo os métodos tradicionais de produção e consumo, as aves foram abatidas com diferentes idades: machos entre 38 e 42 semanas, idade em que atingem o peso ideal de abate e são consumidos, enquanto que as fêmeas foram abatidas entre as 110 e 120 semanas, idade em que, geralmente, começam a ser substituídas por novos animais e consumidas.

Para a avaliação das características de carcaça, os animais selecionados foram pesados [peso vivo (PV)] e abatidos após jejum de 12 a 16 horas. As aves foram insensibilizadas mecanicamente e mortas por exsanguinação manual (incisão carotídea e jugular) durante 30 a 40 segundos, depenadas manualmente após escaldão, lavadas e pesadas [peso da carcaça depenada e sangrada (PC1)]. Após evisceração e arrefecimento (24 horas a 4 °C), foram realizadas outras duas medidas de peso, correspondentes ao peso da carcaça eviscerada com (PC2) ou sem cabeça, patas e vísceras comestíveis (PC3). Outro peso de interesse relacionado com as tradições de consumo popular foi estivado, que inclui a carcaça (PC2) mais todas as vísceras comestíveis [cabeça, patas, moela, coração, fígado e rins]. Os rendimentos de carcaça correspondentes foram obtidos expressando esses pesos como percentagens de PV (RC1, RC2, RC3 e RVC respetivamente). Nas fêmeas o PC2, VC e respetivos rendimentos não incluem a cabeça.

3.3. Metodologia para a avaliação da qualidade da carne

Os parâmetros de qualidade: pH, cor, capacidade de retenção da água e teor de humidade foram determinados 24 horas *post mortem*.

Para a avaliação da qualidade da carne, selecionaram-se as duas peças economicamente mais valorizadas, peito e coxa. As amostras foram preparadas individualmente em laboratório, consistindo na remoção de pele e ossos, determinação da cor da carne e depois homogeneizadas durante 2 minutos (modelo Grindomix GM200, Retsch, Haan, Germany). No final, as amostras foram congeladas e divididas em duas partes: uma

porção foi utilizada para determinar o teor de cinzas, proteína, gordura bruta, de acordo com os procedimentos de AOAC International, e perfil de ácidos gordos. A parte restante foi liofilizada e analisada quanto ao perfil mineral.

3.3.1. Determinação da cor

A cor da carne foi medida 24 horas *post mortem*, usando um colorímetro portátil Chroma Meter CR-400 Minolta (Konica Minolta, Osaka, Japão) calibrado com uma placa branca padrão ($Y = 84,7$, $x = 0,3173$, $y = 0,3237$), com área de medição de 8 mm de diâmetro, fonte iluminante C e 2° de observador. Os resultados foram expressos em termos de luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*) no espaço de cores CIELAB (*Commission Internationale de l'Éclairage*) (CIE, 1986). O componente cromático a^* varia do verde (-a) ao vermelho (+a), enquanto que o componente b^* varia do azul (-b) ao amarelo (+b).

Os valores de cor foram obtidos considerando a média de cinco leituras por amostra na superfície interna do músculo do peito e da coxa.

3.3.2. Determinação do pH

O pH das amostras foi medido utilizando um eletrodo de pH da linha Foodcare com tecnologia Bluetooth® (modelo HALO FC2022, Hanna Instruments, Eibar, Espanha), previamente calibrado com tampões padronizados (pH 4,0 e 7,0), de acordo com a ISO 2917:1974. A leitura do pH foi realizada em amostra triturada, para ambas as peças, imergindo o eletrodo na massa homogeneizada da amostra, em 3 pontos distintos, e o valor assumido correspondeu à média aritmética das 3 repetições. Entre amostras, o eletrodo foi lavado com água destilada.

3.3.3. Determinação da capacidade de retenção de água

Entre os métodos capazes de determinar a capacidade de retenção de água na carne, os mais comuns têm por base a aplicação de força centrífuga ou pressão, podendo os resultados ser expressos como percentagem de água retida ou perdida pela amostra.

A capacidade de retenção de água pelas amostras (WHC) foi estimada através de força centrífuga de acordo com Nakamura & Katoh, (1985). Aproximadamente 1 g de amostra, colocado em papel filtro dentro de um tubo, foi centrifugada (modelo Hettich - Universal 32 R, Germany) durante 4 minutos a $1500 \times g$ (3660 RPM). A água restante após a

centrifugação foi quantificada através da secagem das amostras a 70 °C durante a noite. Os resultados são expressos em percentagem de água retida pela amostra, sendo obtidos de acordo com a Equação 3.1.

$$WHC (\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_3)} \times 100 \quad \text{Equação 3.1}$$

Onde,

M₁ = massa, em g, da amostra após centrifugação;

M₂ = massa, em g, da amostra após secagem;

M₃ = massa, em g, da amostra inicial.

A perda de água por pressão (*Pressing loss*) foi estimada de acordo com Goutefongea, (1966). Aproximadamente 5 g de amostra, colocada entre dois papéis de filtro, foi submetida a um peso de 2250 g durante 5 minutos. Os resultados são expressos em percentagem de água perdida pela amostra, sendo obtidos pela diferença de peso antes e depois da realização do método, de acordo com a Equação 3.2.

$$Pressing\ loss (\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1)} \times 100 \quad \text{Equação 3.2}$$

Onde,

M₁ = massa, em g, da amostra antes da compressão;

M₂ = massa, em g, da amostra após compressão.

3.3.4. Determinação da humidade

O teor de humidade foi determinado para 5 g de amostra fresca, as quais foram pesadas para uma cápsula de porcelana com aproximadamente 20 g de areia tratada e uma vareta de vidro previamente secos em estufa a 105 °C ± 2 °C (modelo Binder WTB 7200, Tuttlingen, Germany), durante 30 minutos e colocadas em seguida a arrefecer em exsiccador até a temperatura ambiente. Após pesagem das cápsulas com a areia e vareta (M₁), adicionou-se a amostra de carne e pesou-se novamente o conjunto (M₂). Depois de bem misturada a amostra com a areia, colocou-se os conjuntos de novo na estufa a 105 °C ± 2 °C durante 2 h (ISO 1442:1997). Após arrefecimento em exsiccador foram novamente pesadas (M₃) para determinação do teor de humidade (Equação 3.3). Os resultados foram expressos em percentagem.

$$\text{Teor de humidade (\%)} = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100 \quad \text{Equação 3.3}$$

Onde,

M_1 = massa, em g, da cápsula, vareta de vidro e areia:

M_2 = massa, em g, da cápsula, da vareta de vidro, da areia e da amostra antes de secar;

M_3 = massa, em g, da cápsula, da vareta de vidro, da areia e da amostra depois da secagem.

3.3.5. Determinação das cinzas

O teor de cinzas foi determinado para 3 g de amostra de acordo com os procedimentos descritos na ISO 936:1978. Os cadinhos foram previamente calcinados em mufla a 550 °C ± 25 °C (modelo B150, Nabertherm, Germany) durante 30 minutos, arrefecidos em exsiccador até à temperatura ambiente e depois pesados (M_1). Após pesagem da amostra, registou-se o peso do segundo conjunto (M_2). No final, as amostras foram colocadas a incinerar, com aumento gradual da temperatura até atingirem os 550 °C ± 25 °C, permanecendo depois durante 6 horas até as cinzas apresentarem coloração esbranquiçada. Após arrefecimento em exsiccador foram novamente pesadas (M_3) para determinação do teor de cinzas (Equação 3.4). Os resultados foram expressos em percentagem.

$$\text{Teor de cinzas (\%)} = \frac{(M_2 - M_3)}{(M_2 - M_1)} \times 100 \quad \text{Equação 3.4}$$

Onde,

M_1 = massa, em g, do cadinho;

M_2 = massa, em g, do cadinho e da amostra;

M_3 = massa, em g, do cadinho e da amostra depois da incineração.

3.3.6. Determinação da proteína total (método Kjeldahl)

Para o cálculo de proteína recorreu-se ao método de Kjeldahl (ISO 937:1978) para determinação do teor de azoto (N), multiplicando o valor de N obtido na determinação analítica pelo fator de correção para carne e derivados (6,25).

Para a determinação do teor de proteína total pesaram-se 0,5 g de amostra para tubos Kjeldahl, aos quais se adicionou 6 pérolas de vidro, uma pastilha de catalisador e 15 ml

de ácido sulfúrico. No final, os tubos foram colocados em unidade de digestão (modelo Velp Scientifica DK 20), durante 280 minutos sob diferentes temperaturas (90 min. a 135 °C; 90 min. a 155 °C; 60 min. a 220 °C; e 40 min. a 400 °C). Após arrefecimento dos tubos, o azoto mineral foi destilado a vapor com hidróxido de sódio a 40% (modelo Velp Scientifica UDK 139) para um balão Erlenmeyer de 250 ml, contendo 20 ml de ácido bórico a 4% e 3 gotas de indicador Tashiro. Por último, a solução foi titulada com ácido clorídrico 0,1 N utilizando um titulador automático (modelo Titroline 5000, SI Analytics). Os valores de volume gasto registados no branco do ensaio e na titulação das amostras foram utilizados para determinar o N através da Equação 3.5. O valor de N calculado foi, posteriormente, aplicado na Equação 3.6 para determinar o teor de proteína das amostras. Os resultados dos dois parâmetros são expressos em percentagem.

$$(\%) \text{ Azoto} = \frac{(V_2 - V_1) \times [HCl] \times 14,007}{m} \times 100 \quad \text{Equação 3.5}$$

$$\text{Teor de proteína (\%)} = \% \text{ Azoto} \times 6,25 \quad \text{Equação 3.6}$$

Onde,

V_1 = volume de solução de ácido clorídrico gasto no ensaio em branco;

V_2 = volume de solução de ácido clorídrico gasto no ensaio com a amostra;

[HCl] = concentração da solução de ácido clorídrico (0,1N);

14,007 = massa molar do azoto (N);

m = massa, em g, da amostra;

6,25 = fator de conversão da relação azoto/proteína para carne e derivados.

3.3.7. Determinação da gordura bruta (método Soxhlet)

O método Soxhlet é um método de extração, contínuo, de lípidos a partir de alimentos. A gordura é extraída através de repetidas lavagens com um solvente orgânico sob refluxo. Para a sua determinação foi necessário a unidade de extração (modelo behr EB, behr LaborTechnik GmbH, Düsseldorf, Germany), copos de extração (behr EB 75), reguladores de ebulição (pérolas de vidro 5 mm), papel de filtro e cartuchos de extração em celulose (33 × 80 mm, behr). O solvente orgânico utilizado foi o éter de petróleo 40-60 °C.

Os copos de extração contendo 10 reguladores de ebulição cada, foram, previamente secos em estufa a 105 °C durante 1 hora, arrefecidos em exsiccador e depois pesados (M_1).

O teor de gordura foi determinado para 3 g de amostra de fresca (M_2), pesadas para um papel de filtro, ao qual se adicionou 1 colher de areia e homogeneizou com a amostra. A amostra foi acondicionada dentro do cartucho de extração e colocada a secar em estufa a 125 °C durante 30 minutos.

Após esse período, os cartuchos com as amostras e os copos com o solvente foram colocados no extrator e mantidos sob extração contínua (quatro a cinco gotas por segundo), através de repetidas lavagens com o solvente sob refluxo. Após evaporação total do solvente, os copos de extração foram removidos do sistema de extração e colocados a secar em estufa a 105 °C. Depois de arrefecerem em exsiccador foram novamente pesados (M_3) para determinação do teor de gordura (Equação 3.7). Os resultados foram expressos em percentagem.

$$\text{Teor de gordura (\%)} = \frac{(M_3 - M_1)}{(M_2)} \times 100 \quad \text{Equação 3.7}$$

Onde,

M_1 = massa, em g, do copo de extração com os reguladores de ebulição;

M_2 = massa, em g, da amostra utilizada;

M_3 = massa, em g, do copo de extração, dos reguladores de ebulição e da matéria gorda.

3.3.8. Determinação do perfil de ácidos gordos

A análise de ácidos gordos geralmente engloba uma hidrólise inicial de suas ligações éster natural, seguida por derivatização em ésteres metílicos e análise em equipamento de cromatografia gasosa simples com detecção de ionização de chama (GC-FID) (Casal & Oliveira, 2010).

O perfil dos ácidos gordos foi determinado de acordo com o procedimento descrito por Cruz et al., (2013). Para a análise do perfil de ácidos gordos, os ésteres de metilo de ácidos gordos (FAME's) foram obtidos por transmetilação direta do ácido. As amostras (50 mg) foram misturadas com 2 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) em metanol a 2,0% v/v/v e aquecidas a 80 °C durante 2 horas. Após a adição de água ultrapura (1 ml) e n-hexane (2 ml), foram agitadas em vórtex (1 min) e centrifugadas a 1000 g durante 5 minutos. Determinado pelo GC (modelo Chrompack CP-9001, Holanda) com detecção de ionização de chama (FID). A separação dos ácidos gordos foi efetuada numa coluna CP-Select FAME (50 m × 0,25 mm x 0,25 µm) (Agilent, Santa Clara, CA, EUA) utilizando hélio

como gás portador (pressão de 140 kPa) e temperatura do injetor e do detetor a 250 e 270 °C, respetivamente. Os dados foram processados pelo programa de sistema de dados de cromatografia da CP Maitre (Chrompack International B. V., Middelburg, Holanda, versão 2.5). A proporção de divisão foi de 1:50, e o volume injetado foi de 1,4 µl. Identificação de ácidos gordos (a partir de C18:0 a C22:6) foi realizado comparando os tempos relativos de retenção dos picos FAME com os padrões de fornecedores diversificados, a calibração FID foi feita com uma solução calibrada (Supelco 37 FAME mix, Supelco). Para a estimativa total de ácidos gordos, a triundecanoína foi usada como padrão interno. Os resultados foram expressos em percentagem de ácidos gordos totais.

3.3.9. Determinação do perfil mineral

O conteúdo dos minerais principais (fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na)) e vestígios de (ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e cobre (Cu)) foram determinados de acordo com o procedimento descrito por (Vale et al., 2015).

Resumidamente, 0,2 g de amostra foi refluxada em um sistema de digestão (modelo Velp DK 42) por 2 horas com 6 ml de ácido nítrico (HNO₃) 65% sob diferentes temperaturas (30 min. a 50 °C; 30 min. a 80 °C; 30 min. a 150 °C; e 30 min. a 165 °C) e por 3 h com 4 ml de peróxido de hidrogénio (HClO₄) 70% (30 min. a 165 °C; 60 min. a 180 °C; 60 min. a 190 °C; e 30 min. a 200 °C). Após o arrefecimento, foram adicionados 10 ml de água ultrapura a cada amostra e deixadas em repouso durante 60 min. a 120 °C. O volume final foi ajustado para 50 ml com água ultrapura. K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinados a partir da solução digerida por espectrometria de absorção atómica de chama (modelo Perkin Elmer AAnalyst 200, Waltham, MA, EUA), enquanto que o teor de P foi determinado de acordo com o método padrão de ácido ascórbico (Graner et al., 1975) em espectrofotómetro UV-Vis (modelo Thermo Scientific Evolution 60S) a 620 nm. Os resultados foram expressos em mg/100g e foram calculados de acordo com as Equações 3.8 e 3.9.

$$\text{Fósforo (mg/100g)} = \frac{(\text{Abs} \times \text{Declive da reta} - \text{Interceção}) \times \left(\frac{FD}{m}\right) \times 0,4365}{10} \quad \text{Equação 3.8}$$

$$\text{Macro e microelementos (mg/100g)} = \frac{([\text{Amostra}] \times 50 \times FD)}{m} \quad \text{Equação 3.9}$$

Onde,

Abs = absorvância da amostra no comprimento 620 nm;

FD = fator de diluição;

m = massa, em g, da amostra utilizada;

0,4365 = fator de conversão de ácido fosfórico em fósforo total;

10 = fator de conversão de ppm ($\mu\text{g/g}$) para mg/100g;

[Amostra] = concentração, em mg/l, de amostra;

50 = volume, em ml, do extrato inicial.

3.3.10. Análise estatística

Estatísticas descritivas (média e desvio padrão (DP)) foram geradas para todas as variáveis do conjunto de dados. A análise de variância foi realizada em avaliações de características de carcaça e dados de qualidade de carne usando o IBM SPSS Statistics 23.0 para Windows (IBM Corporation, 2015). Para avaliação dos efeitos da raça nos diferentes parâmetros analisados utilizou-se um modelo ANOVA e realizou-se as comparações das médias pelo teste de Tukey. A comparação entre as porções de peito e coxa foi realizada por meio do teste t. Todas as declarações de significância foram baseadas em testes $p < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características de carcaça

Estudos recentes (Dalle Zotte et al., 2019; Tasoniero et al., 2018) investigaram o desempenho produtivo, rendimento de abate e qualidade da carne de diferentes raças autóctones, com o objetivo de caracterizar as suas propriedades únicas de qualidade da carne e potencial na indústria avícola, e mostraram que as raças de crescimento lento podem efetivamente ser utilizadas em sistemas alternativos de produção.

Os Quadros 4.1 e 4.2 apresentam os valores médios correspondentes aos pesos e rendimentos de carcaça das quatro raças avícolas autóctones Portuguesas, machos e fêmeas, respetivamente.

Os resultados mostram que a raça BR, machos e fêmeas, se destaca como a mais pesada ($p \leq 0,05$) e a que melhores características de carcaça apresenta, seguindo-se a raça PL. A raça AM e PP foram as que apresentaram os menores pesos. Embora tenham sido identificadas diferenças significativas entre raças, em ambos os sexos, em relação aos diferentes pesos de carcaça, o mesmo não se observou em relação aos rendimentos ($p > 0,05$) (Quadro 4.2).

Quadro 4.1. Peso vivo, pesos de carcaça e vísceras comestíveis dos machos e fêmeas das quatro raças em estudo (média $\pm$ DP).

		Raças			
	Pesos (g)	BR	AM	PP	PL
Machos	PV	3484,00 ^{b1} $\pm$ 444,07	2792,00 ^{a1} $\pm$ 300,03	2749,50 ^{a1} $\pm$ 445,05	3081,50 ^{ab1} $\pm$ 438,61
	PC1	3188,50 ^{b1} $\pm$ 417,96	2518,50 ^{a1} $\pm$ 275,78	2496,00 ^{a1} $\pm$ 408,04	2818,50 ^{ab1} $\pm$ 443,48
	PC2	2893,90 ^{b1} $\pm$ 348,32	2277,70 ^{a1} $\pm$ 283,50	2235,80 ^{a1} $\pm$ 396,89	2557,80 ^{ab1} $\pm$ 417,01
	PC3	2569,00 ^{b1} $\pm$ 310,99	2006,50 ^{a1} $\pm$ 264,54	1965,50 ^{a1} $\pm$ 369,52	2272,00 ^{ab1} $\pm$ 382,21
	VC	324,90 ^{b1} $\pm$ 40,57	275,20 ^{a1} $\pm$ 33,08	270,30 ^{a1} $\pm$ 37,01	285,80 ^{ab1} $\pm$ 40,86
Fêmeas	PV	2518,50 ^{b2} $\pm$ 513,85	1868,50 ^{a2} $\pm$ 234,07	2139,00 ^{ab2} $\pm$ 326,00	2348,50 ^{b2} $\pm$ 448,22
	PC1	2334,00 ^{b2} $\pm$ 496,48	1716,00 ^{a2} $\pm$ 222,55	1961,50 ^{ab2} $\pm$ 323,36	2181,50 ^{b2} $\pm$ 416,55
	PC2	1855,80 ^{b2} $\pm$ 328,65	1439,50 ^{a2} $\pm$ 150,44	1585,60 ^{ab2} $\pm$ 240,50	1715,20 ^{ab2} $\pm$ 328,71
	PC3	1683,00 ^{b2} $\pm$ 318,05	1301,50 ^{a2} $\pm$ 132,35	1429,00 ^{ab2} $\pm$ 228,98	1562,00 ^{ab2} $\pm$ 299,90
	VC	172,80 ^{a2} $\pm$ 37,32	138,00 ^{a2} $\pm$ 28,94	156,60 ^{a2} $\pm$ 37,60	153,20 ^{a2} $\pm$ 31,65

PV, peso vivo ao abate; PC1, peso da carcaça sangrada e depenada; PC2, carcaça eviscerada, com peso da cabeça, patas e vísceras comestíveis; PC3, carcaça eviscerada, sem peso da cabeça, patas e vísceras comestíveis; VC, peso de vísceras comestíveis (cabeça, patas, moela, coração, fígado e rins); nas fêmeas, PC2 e VC não incluem a cabeça.

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sexos de cada raça.

Quadro 4.2. Rendimentos de carcaça dos machos e fêmeas das quatro raças em estudo (média $\pm$ DP).

		Raças			
	Rendimento (%)	BR	AM	PP	PL
Machos	RC1	91,48 ^{a1} $\pm$ 0,78	90,19 ^{a1} $\pm$ 0,87	90,77 ^{a1} $\pm$ 1,15	91,30 ^{a1} $\pm$ 1,78
	RC2	83,17 ^{a1} $\pm$ 2,54	81,49 ^{a1} $\pm$ 3,03	81,17 ^{a1} $\pm$ 2,12	82,80 ^{a1} $\pm$ 2,50
	RC3	73,81 ^{a1} $\pm$ 1,91	71,75 ^{a1} $\pm$ 3,16	71,24 ^{a1} $\pm$ 2,02	73,50 ^{a1} $\pm$ 2,58
	RVC	9,35 ^{a1} $\pm$ 0,71	9,90 ^{a1} $\pm$ 1,20	9,93 ^{a1} $\pm$ 1,26	9,30 ^{a1} $\pm$ 0,76
Fêmeas	RC1	92,55 ^{a1} $\pm$ 1,55	91,80 ^{a1} $\pm$ 1,35	91,56 ^{a1} $\pm$ 1,72	92,90 ^{a1} $\pm$ 1,50
	RC2	74,09 ^{a2} $\pm$ 4,44	77,29 ^{a2} $\pm$ 3,59	74,18 ^{a2} $\pm$ 2,91	73,08 ^{a2} $\pm$ 3,21
	RC3	67,11 ^{a2} $\pm$ 4,64	69,94 ^{a1} $\pm$ 3,95	66,80 ^{a2} $\pm$ 3,66	66,56 ^{a2} $\pm$ 3,16
	RVC	6,98 ^{a2} $\pm$ 1,50	7,36 ^{a2} $\pm$ 1,07	7,38 ^{a2} $\pm$ 1,81	6,52 ^{a2} $\pm$ 0,49

RC1, rendimento da carcaça sangrada e depenada; RC2, rendimento da carcaça eviscerada, com peso da cabeça, patas e vísceras comestíveis; RC3, rendimento da carcaça eviscerada, sem cabeça, patas e vísceras comestíveis; RVC, rendimento das vísceras comestíveis (cabeça, patas, moela, coração, fígado e rins); nas fêmeas, RC2 e RVC não incluem a cabeça.

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os sexos de cada raça.

Como é possível observar nos Quadros 4.1 e 4.2, as características de carcaça foram significativamente ($p \leq 0,05$) influenciadas pelo sexo, com as fêmeas a apresentarem pesos e rendimentos menores do que os machos, em todas as raças, como uma consequência do dimorfismo sexual (Brito et al., 2021a).

Apesar de diferentes idades de abate, foram observados pesos semelhantes ao de outras raças autóctones Europeias, criadas em sistemas de produção semelhantes, com valores compreendidos entre 2284 e 4240 g nos machos e 1726 e 2880 g nas fêmeas (Bongiorno et al., 2022; Dalle Zotte et al., 2019; Franco et al., 2016; Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Sánchez García et al., 2005; Soares, 2015; Zanetti et al., 2010).

Tradicionalmente as raças autóctones Portuguesas são comercializadas inteiras (carcaça eviscerada com cabeça, patas e vísceras comestíveis - PC2). Quando comparado o rendimento de carcaça RC2 com o RC3 (apresentação comum do frango comercial no mercado), observa-se que o rendimento diminui 9 - 10% nos machos e 7 - 8% nas fêmeas, aproximando-se dos valores do frango comercial. Este facto, reduz o valor e o lucro do produto, o que apoia o sistema tradicional de comercialização.

Rendimentos semelhantes foram relatados por Soares (2015) nas raças AM (81,04%), PP (81,11%) e PL (84,79%) (abatidas aos 240 dias de idade) e por Tasoniero et al., (2018) nas raças “Padovana” (81,8%) e “Polverara” (82,9%) (abatidas aos 183 dias de idade).

4.2. Parâmetros de qualidade da carne

Os valores médios de pH (24 h *post mortem*), capacidade de retenção de água (WHC), perda de água por pressão (P_{Loss}) e cor CIELAB da carne do peito e coxa das quatro raças avícolas autóctones Portuguesas, machos e fêmeas, são apresentadas nos Quadros 4.3 e 4.4, respetivamente.

Os resultados revelam diferenças significativas entre raças e respetivas peças (Quadros 4.3 e 4.4). A carne dos machos revelou diferenças nos valores de pH, WHC e índice de amarelo (b^*), apresentando a raça AM o maior valor de pH (5,89), no peito, e a maior capacidade de retenção de água (WHC) (56,85 e 57,87%) e a PP o maior valor de b^* (12,96 e 11,81), peito e coxa, respetivamente. Nas fêmeas (Quadro 4.4), com exceção da WHC, todos os parâmetros avaliados diferiram entre raças, com destaque para o maior valor de luminosidade (L^*) na carne do peito da raça BR (54,68) e o maior valor de a^* (5,93 e 16,48) e b^* (12,39 e 11,20) na raça PP, peito e coxa, respetivamente.

Quadro 4.3. Parâmetros de qualidade da carne dos machos (média $\pm$ DP).

		Raças			
		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	pH	5,81 ^{a1} $\pm$ 0,09	5,89 ^{b1} $\pm$ 0,08	5,83 ^{a1} $\pm$ 0,07	5,80 ^{a1} $\pm$ 0,10
	WHC (%)	55,89 ^{ab1} $\pm$ 1,79	56,85 ^{b1} $\pm$ 1,87	55,94 ^{ab1} $\pm$ 2,15	54,17 ^{a1} $\pm$ 0,96
	P_{Loss} (%)	12,87 ^{a1} $\pm$ 2,17	14,59 ^{a1} $\pm$ 1,79	14,76 ^{a1} $\pm$ 1,54	14,57 ^{a1} $\pm$ 1,12
	Cor				
	L^*	50,12 ^{a1} $\pm$ 1,87	50,09 ^{a1} $\pm$ 2,56	49,83 ^{a1} $\pm$ 0,55	49,89 ^{a1} $\pm$ 2,96
	a^*	4,86 ^{a1} $\pm$ 2,01	4,89 ^{a1} $\pm$ 1,40	5,29 ^{a1} $\pm$ 2,80	4,83 ^{a1} $\pm$ 1,53
	b^*	10,95 ^{ab1} $\pm$ 3,22	11,47 ^{bc1} $\pm$ 2,09	12,96 ^{c1} $\pm$ 3,12	9,47 ^{a1} $\pm$ 3,14
Coxa (n=20)	pH	6,06 ^{b2} $\pm$ 0,08	6,04 ^{b2} $\pm$ 0,03	5,98 ^{a2} $\pm$ 0,05	5,97 ^{a2} $\pm$ 0,07
	WHC (%)	56,74 ^{ab1} $\pm$ 1,95	57,89 ^{b1} $\pm$ 1,81	56,25 ^{ab1} $\pm$ 1,65	55,55 ^{a2} $\pm$ 1,65
	P_{Loss} (%)	10,57 ^{a2} $\pm$ 2,35	13,22 ^{a1} $\pm$ 3,67	12,44 ^{a1} $\pm$ 2,09	11,34 ^{a2} $\pm$ 1,77
	Cor				
	L^*	40,40 ^{a2} $\pm$ 2,93	39,95 ^{a2} $\pm$ 1,85	40,04 ^{a2} $\pm$ 1,66	41,01 ^{a2} $\pm$ 2,53
	a^*	16,68 ^{a2} $\pm$ 1,00	16,46 ^{a2} $\pm$ 1,23	16,43 ^{a2} $\pm$ 1,59	16,46 ^{a2} $\pm$ 0,64
	b^*	10,44 ^{a1} $\pm$ 1,65	9,88 ^{a2} $\pm$ 2,15	11,81 ^{b2} $\pm$ 1,94	10,14 ^{a1} $\pm$ 2,34

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Quadro 4.4. Parâmetros de qualidade da carne das fêmeas (média $\pm$ DP).

		Raças			
		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	pH	5,78 ^{a1} $\pm$ 0,02	5,80 ^{ab1} $\pm$ 0,07	5,87 ^{c1} $\pm$ 0,02	5,84 ^{bc1} $\pm$ 0,08
	WHC (%)	53,13 ^{a1} $\pm$ 1,35	52,44 ^{a1} $\pm$ 2,24	52,98 ^{a1} $\pm$ 4,14	52,29 ^{a1} $\pm$ 1,36
	P _{Loss} (%)	12,07 ^{a1} $\pm$ 1,33	15,29 ^{b1} $\pm$ 0,90	14,60 ^{b1} $\pm$ 1,22	14,85 ^{b1} $\pm$ 1,05
	Cor				
	L*	54,68 ^{a1} $\pm$ 2,97	50,85 ^{c1} $\pm$ 3,58	52,71 ^{b1} $\pm$ 3,75	52,64 ^{b1} $\pm$ 1,33
	a*	4,82 ^{a1} $\pm$ 0,42	4,48 ^{a1} $\pm$ 1,86	5,93 ^{b1} $\pm$ 2,34	4,19 ^{a1} $\pm$ 0,51
Coxa (n=20)	b*	10,05 ^{a1} $\pm$ 0,97	10,26 ^{a1} $\pm$ 1,47	12,39 ^{b1} $\pm$ 3,11	9,78 ^{a1} $\pm$ 5,19
	pH	6,04 ^{a2} $\pm$ 0,05	6,13 ^{b2} $\pm$ 0,05	6,09 ^{ab2} $\pm$ 0,06	6,05 ^{a2} $\pm$ 0,05
	WHC (%)	54,02 ^{a1} $\pm$ 1,61	54,17 ^{a1} $\pm$ 1,57	54,53 ^{a1} $\pm$ 2,31	53,77 ^{a1} $\pm$ 2,39
	P _{Loss} (%)	9,41 ^{a2} $\pm$ 0,82	12,49 ^{b2} $\pm$ 1,02	12,87 ^{b2} $\pm$ 0,64	14,85 ^{c1} $\pm$ 1,05
	Cor				
	L*	42,02 ^{a2} $\pm$ 3,71	41,99 ^{a2} $\pm$ 4,41	42,49 ^{a2} $\pm$ 4,27	42,37 ^{a2} $\pm$ 2,21
	a*	16,08 ^{ab2} $\pm$ 1,96	15,29 ^{a2} $\pm$ 2,72	16,48 ^{b2} $\pm$ 1,52	16,02 ^{ab2} $\pm$ 1,76
	b*	10,09 ^{ab1} $\pm$ 1,43	9,05 ^{a2} $\pm$ 2,55	11,20 ^{b1} $\pm$ 4,91	10,05 ^{ab1} $\pm$ 2,11

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

A diminuição do pH *post mortem* é um dos aspetos mais importantes na conversão do músculo em carne devido ao seu impacto na textura, capacidade de retenção de água e cor, podendo, em carne de aves, os valores ser influenciados pela idade, sistema de produção, práticas pré-abate ou comportamento intrínseco típico das raças autóctones (Jaturasitha et al., 2008).

Como é possível observar em ambos os sexos (Quadros 4.3 e 4.4), o peito apresenta um pH significativamente ($p \leq 0,05$) inferior ao da coxa em todas as raças, porém, dentro da faixa normal para medições 24 horas *post mortem* (Castellini et al., 2002b; Qiao et al., 2002). Os resultados obtidos coincidem com os descritos em outros estudos com raças autóctones (De Marchi et al., 2005; Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Tasoniero et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021; Zanetti et al., 2010), e as variações nos valores de pH entre as peças provavelmente são explicadas pelos diferentes tipos de músculos que predominam na coxa (músculos oxidativos *versus* músculos glicolíticos no peito) (Díaz et al., 2010). Como as fibras vermelhas têm um metabolismo oxidativo predominante, elas são conhecidas por possuírem menor conteúdo de glicogénio, limitando assim a diminuição do pH muscular *post mortem* (Tasoniero et al., 2018).

A capacidade de retenção de água é um termo utilizado para descrever a capacidade que a carne tem em reter água e/ou perder água durante a aplicação de força, processamento, armazenamento e cocção, sendo, portanto uma das propriedades tecnológicas mais importantes da carne, com grande influência na sua aparência e palatabilidade (Bowker, 2017; Davoodi & Ehsani, 2020; Mir et al., 2017). Geralmente está associada à

desnaturação parcial de proteínas devido à combinação de condições ácidas e elevada temperatura muscular *post mortem* (Bowker & Zhuang, 2015; Petracci et al., 2015).

A menor WHC observada na carne do peito (associada a uma maior perda de água) em relação à coxa pode ser atribuída aos diferentes valores de pH dos músculos (Castellini et al., 2002b; Díaz et al., 2010; Fanatico et al., 2007), porque um baixo valor de pH está muitas vezes relacionado com uma menor WHC, originando maiores perdas de água por gotejamento e cocção (Bowker & Zhuang, 2015; Stadig et al., 2016).

Resultados semelhantes para WHC foram descritos por Castellini et al., (2002) em frangos de corte “Ross” criados em sistema orgânico (53,49 e 57,45%, peito e coxa, respetivamente), abatidos aos 56 ou 81 dias de idade, e Miguel et al., (2008) (6,13 e 7,81%, peito e coxa, respetivamente), para perda por pressão (P_{Loss}) em machos Castelhana Negra (galos), abatidos com 29 semanas de idade. Resultados na mesma faixa de valores foram encontrados em machos (galos) das raças AM e PP (15%) (Amorim et al., 2016), machos e fêmeas da raça “Mos” (8 - 13%) (Franco et al., 2013; Franco et al., 2012; Franco et al., 2016; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021) e da raça “Padovana” (13 - 14%) (De Marchi et al., 2005), embora com um método diferente (perda de cocção).

A cor é uma das características de qualidade da carne mais importantes. Para os consumidores serve como indicador de frescura e salubridade, tendo por isso grande influência sobre a decisão de compra (Fanatico et al., 2007; Wideman et al., 2016). É amplamente conhecido que a cor da carne é influenciada pela quantidade de mioglobina, que por sua vez depende do tipo de músculo, espécie e idade do animal (Díaz et al., 2010; Fanatico et al., 2007), embora, outros fatores intrínsecos, como o pH do músculo, possam ter influencia sobre a cor da carne.

Como mencionado anteriormente, a raça e a peça revelaram um efeito significativo sobre a cor ($p \leq 0,05$). Nos machos, a raça influenciou significativamente o índice de amarelo (b^*), apresentando a PP valor superior nas duas peças (Quadro 4.3). Nas fêmeas, com exceção da luminosidade (L^*) na coxa, todos os parâmetros de cor diferiram entre raças, com destaque para a maior leveza da carne do peito da raça BR (54,68), considerada mais clara que o normal ($L^* > 53$) (Qiao et al., 2002), e o maior índice de vermelho (a^*) (5,93 e 16,48) e amarelo (b^*) (12,39 e 11,20) na raça PP, peito e coxa, respetivamente (Quadro 4.3).

As diferenças observadas nos valores de L^* entre as fêmeas na carne do peito (Quadro 4.4), podem ser explicadas pelas diferenças nas propriedades de dispersão de luz das proteínas sarcoplasmáticas. Uma cor mais clara (valores de L^* superiores) está associada a uma maior dispersão de luz em resultado de uma maior desnaturação das proteínas miofibrilares, devido a uma rápida diminuição do pH *post mortem*, alterando assim as propriedades de refletância do músculo (Choe & Kim, 2020; Swatland, 2008).

Em relação ao efeito peça, observou-se que a carne da coxa apresentou, em todas as raças e ambos os sexos, menor luminosidade (L^*) e maior vermelhidão (a^*) comparativamente ao peito ($p \leq 0,05$), o que pode estar associado ao facto de a coxa ser formada por vários músculos com uma importante proporção de fibras vermelhas, ricas em mioglobina e pigmentos heme, em comparação com as fibras brancas do peito, como observado em outros estudos com populações autóctones (Amorim et al., 2016; Díaz et al., 2010; Pateiro et al., 2018). Além disso, os resultados demonstram que o pH parece ter influência na cor da carne, confirmando que valores de pH mais elevados resultam em uma cor mais escura, como observado na carne de coxa (Qiao et al., 2002).

Em relação ao índice de amarelo (b^*) da carne, sabe-se que a dieta afeta significativamente este parâmetro, devido a uma maior ingestão de material vegetal e pela alimentação com dietas à base de milho (que contém o pigmento carotenoide natural xantofila) (Fanatico et al., 2005).

Sistema de produção e alimentação semelhante justificam os resultados do presente estudo, comuns nos parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) de diferentes raças autóctones (Franco et al., 2012; Franco et al., 2016; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021).

4.3. Composição centesimal

Os valores médios da composição química (humidade, cinzas, proteína e lípidos) da carne do peito e coxa das quatro raças avícolas autóctones Portuguesas, machos e fêmeas, são apresentadas nos Quadros 4.5 e 4.6, respetivamente.

Os resultados mostram que a raça teve um efeito significativo ($p \leq 0,05$) no teor de humidade e cinzas em ambos os sexos (Quadros 4.5 e 4.6). Quando avaliado o efeito da peça sob a composição química da carne, foi possível observar que o peito apresentou, em todas as raças e ambos os sexos, maior teor de cinzas e proteína e menor conteúdo lipídico relativamente à coxa ($p \leq 0,05$).

Quadro 4.5. Composição química da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de peso fresco).

		Raças			
		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	Humidade	73,40 ^{ab1} $\pm$ 0,77	73,96 ^{b1} $\pm$ 1,14	73,05 ^{a1} $\pm$ 0,85	73,64 ^{ab1} $\pm$ 1,06
	Cinzas	1,21 ^{c1} $\pm$ 0,06	1,15 ^{b1} $\pm$ 0,04	1,14 ^{b1} $\pm$ 0,06	1,08 ^{a1} $\pm$ 0,04
	Proteína	24,13 ^{a1} $\pm$ 0,68	23,95 ^{a1} $\pm$ 0,75	24,49 ^{a1} $\pm$ 0,86	24,39 ^{a1} $\pm$ 0,92
	Lípidos	0,22 ^{a1} $\pm$ 0,15	0,20 ^{a1} $\pm$ 0,11	0,29 ^{a1} $\pm$ 0,24	0,28 ^{a1} $\pm$ 0,25
Coxa (n=20)	Humidade	74,22 ^{ab2} $\pm$ 1,12	74,75 ^{b2} $\pm$ 0,88	73,95 ^{a2} $\pm$ 1,07	74,25 ^{ab2} $\pm$ 0,86
	Cinzas	1,15 ^{c2} $\pm$ 0,06	1,13 ^{bc1} $\pm$ 0,06	1,10 ^{b2} $\pm$ 0,07	1,05 ^{a2} $\pm$ 0,04
	Proteína	20,12 ^{a2} $\pm$ 0,53	20,24 ^{a2} $\pm$ 0,53	20,10 ^{a2} $\pm$ 0,70	20,39 ^{a2} $\pm$ 0,39
	Lípidos	1,03 ^{a2} $\pm$ 0,47	1,10 ^{a2} $\pm$ 0,92	1,15 ^{a2} $\pm$ 0,48	0,89 ^{a2} $\pm$ 0,29

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Quadro 4.6. Composição química da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de peso fresco).

		Raças			
		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	Humidade	73,21 ^{a1} $\pm$ 0,47	74,08 ^{bc1} $\pm$ 0,97	74,22 ^{c1} $\pm$ 0,30	73,55 ^{ab1} $\pm$ 0,69
	Cinzas	1,17 ^{b1} $\pm$ 0,04	1,14 ^{ab1} $\pm$ 0,08	1,15 ^{ab1} $\pm$ 0,05	1,10 ^{a1} $\pm$ 0,03
	Proteína	23,98 ^{a1} $\pm$ 0,44	24,40 ^{a1} $\pm$ 0,79	23,95 ^{a1} $\pm$ 0,26	24,00 ^{a1} $\pm$ 0,33
	Lípidos	0,41 ^{a1} $\pm$ 0,15	0,26 ^{a1} $\pm$ 0,19	0,29 ^{a1} $\pm$ 0,08	0,39 ^{a1} $\pm$ 0,20
Coxa (n=20)	Humidade	71,54 ^{a2} $\pm$ 1,30	73,08 ^{b2} $\pm$ 1,08	73,15 ^{b2} $\pm$ 0,89	71,68 ^{a2} $\pm$ 1,62
	Cinzas	1,09 ^{a2} $\pm$ 0,03	1,05 ^{a2} $\pm$ 0,09	1,08 ^{a2} $\pm$ 0,05	1,05 ^{a2} $\pm$ 0,02
	Proteína	20,17 ^{ab2} $\pm$ 0,57	20,47 ^{b2} $\pm$ 0,47	19,92 ^{a2} $\pm$ 0,29	19,80 ^{a2} $\pm$ 0,30
	Lípidos	2,81 ^{b2} $\pm$ 0,92	1,74 ^{a2} $\pm$ 0,86	1,55 ^{a2} $\pm$ 0,32	2,55 ^{b2} $\pm$ 0,92

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

A humidade desempenha um papel fundamental na qualidade da carne, sendo responsável pela suculência percebida. Nos machos, a raça AM é a que possuiu maior teor de humidade em ambas as peças (73,96 e 74,75%), peito e coxa, respetivamente, enquanto que a PP é a que apresenta os menores valores (73,05 e 73,95%). Ao contrário dos machos, nas fêmeas, a raça PP e a BR são as que apresentam maior e menor teor de humidade.

Quando comparadas as peças, de acordo com trabalhos publicados por outros autores, verificou-se que nos machos a coxa apresenta maior teor de humidade relativamente à carne do peito (Dalle Zotte et al., 2019; Franco et al., 2016; Jaturasitha et al., 2008; Losada, 2015; Miguel et al., 2008; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021), enquanto que nas fêmeas observa-se o inverso, o que pode estar associado ao maior teor de gordura intramuscular na coxa. Com o aumento da idade, o nível de humidade tende a diminuir e os lípidos a aumentar (Dal Bosco et al., 2014; Fanatico et al., 2007), como observado na coxa das fêmeas ($p \leq 0,05$).

As cinzas indicam o conteúdo mineral do músculo. Esses minerais estão associados aos compostos orgânicos envolvidos no processo de contração muscular, e os seus valores aumentam à medida que o animal cresce (Souza et al., 2001).

Os resultados obtidos foram semelhantes aos descritos por Soares (2015) em machos da raça AM, PP e PL (1,09 - 1,13%). Outros autores (Dalle Zotte et al., 2019; Franco et al., 2016; Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021), apresentam valores ligeiramente superiores (1,25 - 1,41%), inclusive em raças nativas, e as diferenças observadas podem ser devido à falta de padronização nos desempenhos produtivos e nas características de qualidade da carne dos animais (Dalle Zotte et al., 2019).

A carne de aves é conhecida por ser uma fonte de proteína de elevada qualidade nutricional e fácil digestibilidade (Kralik et al., 2018; Marangoni et al., 2015), devido ao seu conteúdo em aminoácidos, nomeadamente glutamina, asparagina, lisina, leucina, arginina e alanina (Baéza et al., 2021).

Os resultados do presente estudo apontam para valores de proteína de 24% no peito e 20% na coxa. O teor de proteína foi significativamente maior ($p \leq 0,05$) no peito, e a mesma tendência foi observada em outros estudos com raças autóctones (Franco et al., 2016; Jaturasitha et al., 2008; Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Soares, 2015; Tasoniero et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021). Essa diferença tem sido associada à composição muscular e à sua capacidade de deposição de proteínas (Bogosavljević-Bošković et al., 2010; Díaz et al., 2010; Molee et al., 2022).

Em comparação com linhas comerciais, incluindo estudos realizados em condições orgânicas e convencionais, os valores médios de proteína foram superiores aos relatados em raças comerciais híbridas melhoradas para produção de carne e frangos de corte (19,90 - 23,53% e 16,09 - 19,42%) (Chen et al., 2016; da Silva et al., 2017; Funaro et al., 2014), frangos de corte (21,50 - 22,37% e 10,00 - 19,46%) (Chen et al., 2016; Semwogerere et al., 2018; Semwogerere et al., 2019) e frangos de corte em sistema orgânico (20,60 - 22,76% e 19,01 - 19,47%) (Castellini et al., 2002a; Castellini et al., 2002b; Dal Bosco et al., 2014), peito e coxa, respetivamente. As diferenças podem ser explicadas pelas diferentes idades, manejo alimentar e sistema de produção (De Marchi et al., 2005; Dias et al., 2020; Pateiro et al., 2018; Wattanachant et al., 2004). Esses fatores têm uma influência significativa no desenvolvimento muscular, afetando a deposição de proteínas na carne (Dalle Zotte et al., 2020).

A carne de aves é conhecida por ser pobre em gordura e o conteúdo lipídico pode ser influenciado pelo genótipo, sexo, idade, dieta e sistema de produção (Castellini et al., 2002a; Dal Bosco et al., 2014; Fanatico et al., 2007).

Como é possível observar nos Quadros 4.5 e 4.6, a coxa apresenta maior ($p \leq 0,05$) teor lipídico em todas as raças. As diferenças podem estar relacionadas com a composição e tipo de fibras do músculo, apresentando as fibras vermelhas maior teor lipídico (Cruz et al., 2017; Díaz et al., 2010; Pateiro et al., 2018). O baixo teor lipídico no peito resulta da maior proporção de fibras brancas e da sua baixa necessidade de armazenamento de energia (Dalle Zotte et al., 2019; Tasoniero et al., 2018).

As fêmeas revelaram maior teor lipídico, provavelmente devido à idade e ao facto de apresentarem um crescimento tecidual mais rápido e uma maior deposição de gordura (Bogosavljević-Bošković et al., 2010; Díaz et al., 2010).

Os resultados do presente estudo são semelhantes aos descritos em machos de raças autóctones (Franco et al., 2016; Losada, 2015; Miguel et al., 2008), e menores do que os descrito para galinhas “velhas” (40, 53 e 80 semanas) (Chen et al., 2016; Semwogerere et al., 2018), com 1,62 a 3,8% no peito e 3,89 a 21,5 % na coxa, respetivamente. Relativamente às raças híbridas comerciais, frangos de corte e frangos de corte em sistema orgânico, o teor de lípidos da coxa foi inferior aos valores descritos em “Cob”, “Ross”, “Kabir”, “Robusta maculata”, “817C”, “Bresse” e “Rhode Island Red” (2,47 – 6,04%) (Castellini et al., 2002a; Castellini et al., 2002b; Chen et al., 2016; da Silva et al., 2017; Jaturasitha et al., 2008). Em comparação com as linhas comerciais, as raças nativas apresentam, em ambas as peças, menor teor lipídico, o que pode ser um aspeto importante para os consumidores preocupados com a ingestão de gordura (Davoodi & Ehsani, 2020; Jaturasitha et al., 2008; Pellattiero et al., 2020).

4.4. Perfil de ácidos gordos da carne

O perfil de ácidos gordos (AG) é comumente expresso como uma percentagem do total de ácidos gordos presentes em uma amostra. Esta abordagem possibilita a comparação entre diferentes amostras e a identificação de diferenças na composição de ácidos gordos entre elas, portanto, o perfil de AG do peito e coxa das quatro raças avícolas autóctones Portuguesas, machos e fêmeas, será apresentado e discutido dessa forma (Quadros 4.7 e 4.8, respetivamente).

De forma a fornecer uma quantidade absoluta de ácidos gordos ao consumidor, os resultados das principais frações e alguns índices nutricionais serão, também, expressos como quantidade de ácidos gordos (em gramas) por cada 100 g de carne (Quadros 4.9 e 4.10, respetivamente).

Os resultados mostram que o ácido palmítico (C16:0) (SFA), oleico (C18:1) (MUFA) e linoleico (C18:2n-6) (PUFA), foram os AG predominantes na carne, porém, o C18:1 foi o mais expressivo em todas as raças, em particular na coxa, apresentando a raça AM valor superior em ambos os sexos ($p \leq 0,05$). Em relação às frações totais, os MUFAs foram os mais representativos, seguindo-se os SFAs e os PUFAs. As diferenças entre raças foram igualmente mais significativas na coxa ($p \leq 0,05$), observando-se, em ambos os sexos, maior percentagem de MUFAs na raça AM e PUFAs na raça BR, comparativamente às restantes.

A peça demonstrou ser uma fonte de variação entre os principais AG, em ambos os sexos, com efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos perfis totais de MUFAs (coxa > peito) e PUFAs (peito > coxa), em resultado de uma maior expressão do C18:1 na coxa e do C22:5n-3 (DPA) e C22:6n-3 (DHA) no peito.

Para avaliar o valor nutricional da gordura da carne, determinaram-se os ácidos gordos essenciais totais (AGE), a relação PUFAs/SFAs assim como a relação n-6/n-3. Os resultados demonstram diferenças significativas entre raças, em particular na coxa, apresentando a raça BR uma percentagem de AGE e uma relação PUFAs/SFAs superior às restantes ($p \leq 0,05$). Ao contrário dos AGE e da relação PUFAs/SFAs, a relação n-6/n-3 foi a menor ($p \leq 0,05$), o que é mais benéfico para a saúde.

Quadro 4.7. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de ácidos gordos totais).

		Raças			
	Ácido gordo	BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	C14:0	0,47 ^{ab1} $\pm$ 0,08	0,40 ^{a1} $\pm$ 0,15	0,54 ^{b1} $\pm$ 0,10	0,48 ^{ab1} $\pm$ 0,07
	C16:0	19,83 ^{a1} $\pm$ 1,96	19,44 ^{ab1} $\pm$ 1,72	20,86 ^{b1} $\pm$ 1,21	20,68 ^{b1} $\pm$ 0,64
	C18:0	9,21 ^{ab1} $\pm$ 0,69	9,56 ^{a1} $\pm$ 0,69	8,91 ^{a1} $\pm$ 0,85	9,13 ^{ab1} $\pm$ 0,69
	Outros	1,56 ^{ab1} $\pm$ 0,35	1,77 ^{b1} $\pm$ 0,34	1,46 ^{a1} $\pm$ 0,27	1,38 ^{a1} $\pm$ 0,26
	Σ SFA	31,07^{a1} $\pm$ 2,05	31,17^{a1} $\pm$ 1,84	31,76^{a1} $\pm$ 1,09	31,69^{a1} $\pm$ 0,60
	C16:1	2,54 ^{ab1} $\pm$ 0,63	2,24 ^{a1} $\pm$ 0,76	3,01 ^{b1} $\pm$ 0,90	2,53 ^{ab1} $\pm$ 0,55
	C18:1	34,19 ^{a1} $\pm$ 2,18	32,82 ^{a1} $\pm$ 3,25	32,04 ^{a1} $\pm$ 3,15	33,57 ^{a1} $\pm$ 3,64
	C20:1	0,31 ^{b1} $\pm$ 0,04	0,26 ^{ab1} $\pm$ 0,08	0,23 ^{a1} $\pm$ 0,10	0,27 ^{ab1} $\pm$ 0,07
	Outros	1,49 ^{a1} $\pm$ 0,41	1,72 ^{a1} $\pm$ 0,51	1,53 ^{a1} $\pm$ 0,50	1,43 ^{a1} $\pm$ 0,29
	Σ MUFA	38,53^{a1} $\pm$ 2,10	37,05^{a1} $\pm$ 3,20	36,81^{a1} $\pm$ 3,53	37,80^{a1} $\pm$ 3,91
	C18:2n-6	17,05 ^{a1} $\pm$ 3,30	15,71 ^{a1} $\pm$ 1,80	16,35 ^{a1} $\pm$ 3,49	16,97 ^{a1} $\pm$ 2,51
	C20:3n-6	0,28 ^{a1} $\pm$ 0,06	0,34 ^{ab1} $\pm$ 0,13	0,38 ^{b1} $\pm$ 0,09	0,31 ^{ab1} $\pm$ 0,09
	C20:4n-6	6,24 ^{a1} $\pm$ 1,74	8,02 ^{a1} $\pm$ 2,45	7,32 ^{a1} $\pm$ 3,12	6,87 ^{a1} $\pm$ 2,47
	Σ n-6-PUFA	23,67 ^{a1} $\pm$ 2,02	24,13 ^{a1} $\pm$ 2,31	24,15 ^{a1} $\pm$ 2,23	24,28 ^{a1} $\pm$ 2,11
	C18:3n-3	0,53 ^{b1} $\pm$ 0,15	0,36 ^{a1} $\pm$ 0,10	0,51 ^{b1} $\pm$ 0,21	0,49 ^{ab1} $\pm$ 0,17
	C22:5n-3	0,81 ^{a1} $\pm$ 0,31	0,91 ^{a1} $\pm$ 0,37	0,92 ^{a1} $\pm$ 0,45	0,83 ^{a1} $\pm$ 0,30
	C22:6n-3	0,73 ^{a1} $\pm$ 0,21	0,79 ^{a1} $\pm$ 0,23	0,84 ^{a1} $\pm$ 0,44	0,84 ^{a1} $\pm$ 0,33
	Σ n-3-PUFA	2,03 ^{a1} $\pm$ 0,48	2,02 ^{a1} $\pm$ 0,58	2,24 ^{a1} $\pm$ 0,71	2,13 ^{a1} $\pm$ 0,55
	Σ LC-PUFAS	8,36 ^{a1} $\pm$ 2,16	10,32 ^{a1} $\pm$ 2,96	9,76 ^{a1} $\pm$ 3,99	9,11 ^{a1} $\pm$ 3,01
	Σ PUFA	26,08^{a1} $\pm$ 2,03	26,48^{a1} $\pm$ 2,74	26,72^{a1} $\pm$ 2,52	26,74^{a1} $\pm$ 2,45
	Σ UFA	64,62 ^{a1} $\pm$ 2,59	63,53 ^{a1} $\pm$ 1,73	63,53 ^{a1} $\pm$ 1,85	64,53 ^{a1} $\pm$ 2,15
	TRANS	0,25 ^{a1} $\pm$ 0,07	0,21 ^{a1} $\pm$ 0,09	0,23 ^{a1} $\pm$ 0,10	0,23 ^{a1} $\pm$ 0,09
	EFA	23,82 ^{a1} $\pm$ 2,16	24,08 ^{a1} $\pm$ 2,34	24,18 ^{a1} $\pm$ 2,31	24,33 ^{a1} $\pm$ 2,16
	PUFA/SFA	0,85 ^{a1} $\pm$ 0,11	0,86 ^{a1} $\pm$ 0,13	0,84 ^{a1} $\pm$ 0,08	0,84 ^{a1} $\pm$ 0,07
	n-6/n-3	12,37 ^{a1} $\pm$ 3,44	12,52 ^{a1} $\pm$ 2,41	11,69 ^{a1} $\pm$ 3,32	12,29 ^{a1} $\pm$ 3,91
Coxa (n=20)	C14:0	0,58 ^{a2} $\pm$ 0,09	0,55 ^{a2} $\pm$ 0,10	0,66 ^{b2} $\pm$ 0,11	0,61 ^{ab2} $\pm$ 0,05
	C16:0	19,86 ^{a1} $\pm$ 2,08	19,48 ^{a1} $\pm$ 1,65	21,34 ^{b1} $\pm$ 1,38	20,59 ^{ab1} $\pm$ 1,28
	C18:0	9,83 ^{a2} $\pm$ 0,85	10,14 ^{a1} $\pm$ 1,64	9,36 ^{a1} $\pm$ 1,26	9,53 ^{a1} $\pm$ 0,74
	Outros	1,22 ^{ab2} $\pm$ 0,18	1,35 ^{b2} $\pm$ 0,35	1,13 ^{a2} $\pm$ 0,08	1,14 ^{a2} $\pm$ 0,18
	Σ SFA	31,50^{a1} $\pm$ 1,79	31,51^{a1} $\pm$ 2,07	32,50^{a1} $\pm$ 1,84	31,87^{a1} $\pm$ 1,56
	C16:1	3,73 ^{ab2} $\pm$ 0,87	3,50 ^{a2} $\pm$ 1,10	4,42 ^{b2} $\pm$ 0,94	3,74 ^{ab2} $\pm$ 0,70
	C18:1	34,71 ^{a1} $\pm$ 1,34	37,71 ^{b2} $\pm$ 3,88	35,92 ^{ab2} $\pm$ 3,60	36,90 ^{ab2} $\pm$ 1,82
	C20:1	0,28 ^{ab1} $\pm$ 0,12	0,38 ^{c2} $\pm$ 0,05	0,24 ^{a2} $\pm$ 0,15	0,35 ^{bc2} $\pm$ 0,04
	Outros	0,95 ^{a2} $\pm$ 0,11	0,89 ^{a2} $\pm$ 0,22	0,91 ^{a2} $\pm$ 0,21	0,83 ^{a2} $\pm$ 0,11
	Σ MUFA	39,67^{a1} $\pm$ 1,84	42,47^{b2} $\pm$ 4,26	41,49^{ab2} $\pm$ 4,19	41,83^{ab2} $\pm$ 2,21
	C18:2n-6	20,80 ^{b2} $\pm$ 2,38	18,59 ^{a2} $\pm$ 2,13	18,76 ^{a2} $\pm$ 2,16	19,31 ^{ab2} $\pm$ 1,75
	C20:3n-6	0,20 ^{a2} $\pm$ 0,04	0,19 ^{a2} $\pm$ 0,08	0,21 ^{a2} $\pm$ 0,07	0,20 ^{a2} $\pm$ 0,06
	C20:4n-6	3,80 ^{a2} $\pm$ 0,75	3,50 ^{a2} $\pm$ 1,49	3,32 ^{a2} $\pm$ 1,74	3,23 ^{a2} $\pm$ 1,23
	Σ n-6-PUFA	24,93 ^{b1} $\pm$ 2,23	22,36 ^{a1} $\pm$ 3,30	22,40 ^{a2} $\pm$ 2,73	22,87 ^{ab1} $\pm$ 2,45
	C18:3n-3	0,66 ^{c2} $\pm$ 0,14	0,46 ^{a2} $\pm$ 0,18	0,58 ^{bc2} $\pm$ 0,10	0,54 ^{ab1} $\pm$ 0,10
	C22:5n-3	0,36 ^{a2} $\pm$ 0,12	0,28 ^{a2} $\pm$ 0,15	0,31 ^{a2} $\pm$ 0,22	0,29 ^{a2} $\pm$ 0,11
	C22:6n-3	0,36 ^{b2} $\pm$ 0,10	0,26 ^{a2} $\pm$ 0,07	0,27 ^{a2} $\pm$ 0,15	0,32 ^{ab2} $\pm$ 0,08
	Σ n-3-PUFA	1,35 ^{b2} $\pm$ 0,24	0,98 ^{a2} $\pm$ 0,32	1,13 ^{ab2} $\pm$ 0,31	1,13 ^{ab2} $\pm$ 0,19
	Σ LC-PUFAS	5,05 ^{a2} $\pm$ 0,81	4,51 ^{a2} $\pm$ 1,59	4,44 ^{a2} $\pm$ 2,06	4,31 ^{a2} $\pm$ 1,29
	Σ PUFA	26,70^{b1} $\pm$ 2,37	23,69^{a2} $\pm$ 3,39	23,92^{ab2} $\pm$ 2,91	24,35^{ab2} $\pm$ 2,52
	Σ UFA	66,37 ^{a2} $\pm$ 1,80	66,17 ^{a2} $\pm$ 2,41	65,41 ^{a2} $\pm$ 1,98	66,18 ^{a2} $\pm$ 1,52
	TRANS	0,28 ^{a1} $\pm$ 0,06	0,30 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,30 ^{a2} $\pm$ 0,08	0,31 ^{a2} $\pm$ 0,07
	EFA	25,26 ^{b2} $\pm$ 2,27	22,55 ^{a1} $\pm$ 3,30	22,66 ^{a1} $\pm$ 2,72	23,08 ^{ab1} $\pm$ 2,48
	PUFA/SFA	0,85 ^{b1} $\pm$ 0,11	0,76 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,74 ^{a2} $\pm$ 0,08	0,77 ^{ab2} $\pm$ 0,11
	n-6/n-3	19,15 ^{a2} $\pm$ 3,97	23,03 ^{b2} $\pm$ 4,76	20,82 ^{ab2} $\pm$ 4,11	20,53 ^{ab2} $\pm$ 2,19

SFA—ácidos gordos saturados; MUFA—ácidos gordos monoinsaturados; PUFA—ácidos gordos polinsaturados; UFA—ácidos gordos insaturados; EFA—ácidos gordos essenciais (incluindo os ácidos linoleico, linolénico e araquidónico); PUFA/SFA – relação entre os ácidos gordos polinsaturados e saturados; n-6/n-3 – razão entre a soma dos ácidos gordos n-6 e n-3;

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Quadro 4.8. Perfil de ácidos gordos da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em % de ácidos gordos totais).

		Raças			
	Ácido gordo	BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	C14:0	0,65 ^{ab1} $\pm$ 0,09	0,56 ^{a1} $\pm$ 0,15	0,65 ^{ab1} $\pm$ 0,06	0,64 ^{ab1} $\pm$ 0,09
	C16:0	19,79 ^{a1} $\pm$ 1,70	19,13 ^{a1} $\pm$ 2,65	20,14 ^{a1} $\pm$ 1,88	20,37 ^{a1} $\pm$ 1,42
	C18:0	7,54 ^{a1} $\pm$ 1,01	8,58 ^{a1} $\pm$ 1,62	7,74 ^{a1} $\pm$ 1,22	8,16 ^{a1} $\pm$ 1,09
	Outros	1,17 ^{a1} $\pm$ 0,28	1,32 ^{a1} $\pm$ 0,65	1,01 ^{a1} $\pm$ 0,20	1,12 ^{a1} $\pm$ 0,18
	Σ SFA	29,14 ^{a1} $\pm$ 2,22	29,59 ^{a1} $\pm$ 2,15	29,54 ^{a1} $\pm$ 2,78	30,29 ^{a1} $\pm$ 2,34
	C16:1	2,86 ^{a1} $\pm$ 0,75	2,43 ^{a1} $\pm$ 1,20	2,80 ^{a1} $\pm$ 0,52	2,59 ^{a1} $\pm$ 0,47
	C18:1	38,27 ^{a1} $\pm$ 2,57	36,43 ^{a1} $\pm$ 5,70	37,62 ^{a1} $\pm$ 1,51	36,89 ^{a1} $\pm$ 1,97
	C20:1	0,28 ^{a1} $\pm$ 0,04	0,32 ^{a1} $\pm$ 0,07	0,29 ^{a1} $\pm$ 0,09	0,28 ^{a1} $\pm$ 0,05
	Outros	1,14 ^{a1} $\pm$ 0,37	1,58 ^{b1} $\pm$ 0,70	1,08 ^{a1} $\pm$ 0,20	1,33 ^{ab1} $\pm$ 0,21
	Σ MUFA	42,55 ^{a1} $\pm$ 2,93	40,75 ^{a1} $\pm$ 5,86	41,79 ^{a1} $\pm$ 1,76	41,10 ^{a1} $\pm$ 2,12
	C18:2n-6	19,63 ^{b1} $\pm$ 3,83	16,22 ^{a1} $\pm$ 2,49	17,93 ^{ab1} $\pm$ 4,77	16,68 ^{ab1} $\pm$ 3,78
	C20:3n-6	0,19 ^{a1} $\pm$ 0,06	0,21 ^{a1} $\pm$ 0,09	0,20 ^{a1} $\pm$ 0,06	0,22 ^{a1} $\pm$ 0,07
	C20:4n-6	4,06 ^{a1} $\pm$ 1,56	6,23 ^{b1} $\pm$ 3,88	4,66 ^{ab1} $\pm$ 1,10	5,23 ^{ab1} $\pm$ 1,40
	Σ n-6-PUFA	24,02 ^{a1} $\pm$ 3,43	22,78 ^{a1} $\pm$ 2,48	22,92 ^{a1} $\pm$ 4,06	22,47 ^{a1} $\pm$ 2,72
	C18:3n-3	0,54 ^{a1} $\pm$ 0,15	0,47 ^{a1} $\pm$ 0,22	0,54 ^{a1} $\pm$ 0,19	0,50 ^{a1} $\pm$ 0,14
	C22:5n-3	0,29 ^{a1} $\pm$ 0,19	0,47 ^{a1} $\pm$ 0,32	0,38 ^{a1} $\pm$ 0,17	0,43 ^{a1} $\pm$ 0,24
	C22:6n-3	0,82 ^{a1} $\pm$ 0,28	1,32 ^{b1} $\pm$ 0,90	1,01 ^{ab1} $\pm$ 0,28	1,29 ^{b1} $\pm$ 0,35
	Σ n-3-PUFA	1,62 ^{a1} $\pm$ 0,39	2,22 ^{b1} $\pm$ 1,09	1,91 ^{ab1} $\pm$ 0,40	2,19 ^{b1} $\pm$ 0,40
	Σ LC-PUFAS	5,57 ^{a1} $\pm$ 1,95	8,53 ^{b1} $\pm$ 5,02	6,47 ^{ab1} $\pm$ 1,41	7,43 ^{ab1} $\pm$ 1,71
	Σ PUFA	25,94 ^{a1} $\pm$ 3,51	25,38 ^{a1} $\pm$ 3,44	25,10 ^{a1} $\pm$ 4,12	24,79 ^{a1} $\pm$ 2,61
	Σ UFA	68,48 ^{b1} $\pm$ 2,55	66,13 ^{ab1} $\pm$ 3,32	66,89 ^{ab1} $\pm$ 3,71	65,89 ^{a1} $\pm$ 2,68
	TRANS	0,23 ^{a1} $\pm$ 0,03	0,28 ^{b1} $\pm$ 0,08	0,25 ^{ab1} $\pm$ 0,08	0,25 ^{ab1} $\pm$ 0,07
	EFA	24,23 ^{a1} $\pm$ 3,50	22,92 ^{a1} $\pm$ 2,47	23,13 ^{a1} $\pm$ 4,22	22,40 ^{a1} $\pm$ 2,78
	PUFA/SFA	0,90 ^{a1} $\pm$ 0,17	0,86 ^{a1} $\pm$ 0,13	0,87 ^{a1} $\pm$ 0,22	0,83 ^{a1} $\pm$ 0,13
	n-6/n-3	14,36 ^{b1} $\pm$ 3,36	12,47 ^{ab1} $\pm$ 6,08	12,42 ^{ab1} $\pm$ 3,03	10,59 ^{a1} $\pm$ 2,80
Coxa (n=20)	C14:0	0,73 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,71 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,79 ^{a2} $\pm$ 0,10	0,78 ^{a2} $\pm$ 0,11
	C16:0	18,64 ^{a2} $\pm$ 1,50	18,95 ^{a1} $\pm$ 3,18	19,84 ^{a1} $\pm$ 1,23	19,84 ^{a1} $\pm$ 1,72
	C18:0	7,54 ^{a1} $\pm$ 0,79	7,87 ^{a1} $\pm$ 1,97	7,08 ^{a2} $\pm$ 0,48	7,40 ^{a2} $\pm$ 0,92
	Outros	1,15 ^{a1} $\pm$ 0,18	1,23 ^{a1} $\pm$ 0,71	1,00 ^{a1} $\pm$ 0,17	1,02 ^{a1} $\pm$ 0,13
	Σ SFA	28,05 ^{a1} $\pm$ 1,80	28,76 ^{a1} $\pm$ 1,74	28,71 ^{a1} $\pm$ 1,22	29,04 ^{a1} $\pm$ 2,26
	C16:1	4,15 ^{a2} $\pm$ 0,95	3,64 ^{a2} $\pm$ 1,48	4,23 ^{a2} $\pm$ 0,67	4,09 ^{a2} $\pm$ 0,89
	C18:1	38,78 ^{a1} $\pm$ 1,68	42,55 ^{b2} $\pm$ 4,18	41,98 ^{b2} $\pm$ 1,86	41,97 ^{b2} $\pm$ 2,65
	C20:1	0,29 ^{a1} $\pm$ 0,03	0,39 ^{c2} $\pm$ 0,07	0,35 ^{bc2} $\pm$ 0,08	0,31 ^{ab2} $\pm$ 0,04
	Outros	0,91 ^{b2} $\pm$ 0,13	0,83 ^{b2} $\pm$ 0,46	0,60 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,70 ^{ab2} $\pm$ 0,10
	Σ MUFA	44,13 ^{a1} $\pm$ 2,18	47,41 ^{b2} $\pm$ 4,58	47,17 ^{b2} $\pm$ 2,19	47,07 ^{b2} $\pm$ 3,00
	C18:2n-6	21,33 ^{b1} $\pm$ 3,75	17,92 ^{a2} $\pm$ 1,54	18,94 ^{ab1} $\pm$ 2,90	18,52 ^{a1} $\pm$ 3,14
	C20:3n-6	0,15 ^{b2} $\pm$ 0,04	0,10 ^{a2} $\pm$ 0,04	0,11 ^{ab2} $\pm$ 0,04	0,12 ^{ab2} $\pm$ 0,05
	C20:4n-6	2,50 ^{b2} $\pm$ 0,40	1,31 ^{a2} $\pm$ 0,44	1,56 ^{a2} $\pm$ 0,61	1,73 ^{a2} $\pm$ 0,68
	Σ n-6-PUFA	24,12 ^{b1} $\pm$ 3,45	20,25 ^{a2} $\pm$ 2,95	20,74 ^{a1} $\pm$ 2,73	20,49 ^{a1} $\pm$ 3,00
	C18:3n-3	0,60 ^{a1} $\pm$ 0,16	0,50 ^{a1} $\pm$ 0,25	0,53 ^{a1} $\pm$ 0,08	0,57 ^{a1} $\pm$ 0,26
	C22:5n-3	0,15 ^{a2} $\pm$ 0,09	0,09 ^{a2} $\pm$ 0,06	0,10 ^{a2} $\pm$ 0,07	0,13 ^{a2} $\pm$ 0,10
	C22:6n-3	0,45 ^{b2} $\pm$ 0,07	0,28 ^{a2} $\pm$ 0,09	0,31 ^{a2} $\pm$ 0,05	0,40 ^{b2} $\pm$ 0,08
	Σ n-3-PUFA	1,17 ^{a2} $\pm$ 0,24	1,03 ^{a2} $\pm$ 0,57	0,92 ^{a2} $\pm$ 0,12	1,07 ^{a2} $\pm$ 0,34
	Σ LC-PUFAS	3,51 ^{a2} $\pm$ 0,50	3,10 ^{a2} $\pm$ 3,02	2,40 ^{a2} $\pm$ 0,64	2,71 ^{a2} $\pm$ 0,83
	Σ PUFA	25,66 ^{b1} $\pm$ 3,51	21,69 ^{a2} $\pm$ 3,44	22,01 ^{a2} $\pm$ 2,75	21,98 ^{a2} $\pm$ 3,01
	Σ UFA	69,79 ^{a1} $\pm$ 1,93	69,10 ^{a2} $\pm$ 1,93	69,19 ^{a2} $\pm$ 1,13	69,05 ^{a2} $\pm$ 2,38
	TRANS	0,29 ^{a2} $\pm$ 0,05	0,36 ^{b2} $\pm$ 0,11	0,33 ^{ab2} $\pm$ 0,10	0,31 ^{ab2} $\pm$ 0,09
	EFA	24,43 ^{b1} $\pm$ 3,53	20,54 ^{a2} $\pm$ 2,96	21,04 ^{a1} $\pm$ 2,74	20,82 ^{a1} $\pm$ 3,05
	PUFA/SFA	0,93 ^{b1} $\pm$ 0,19	0,76 ^{a2} $\pm$ 0,13	0,77 ^{a1} $\pm$ 0,12	0,76 ^{a1} $\pm$ 0,14
	n-6/n-3	20,93 ^{a2} $\pm$ 4,26	21,37 ^{a2} $\pm$ 7,85	22,96 ^{a2} $\pm$ 4,02	20,78 ^{a2} $\pm$ 6,43

SFA – ácidos gordos saturados; MUFA – ácidos gordos monoinsaturados; PUFA – ácidos gordos polinsaturados; UFA – ácidos gordos insaturados; EFA – ácidos gordos essenciais (incluindo os ácidos linoleico, linolénico e araquidónico); PUFA/SFA – relação entre os ácidos gordos polinsaturados e saturados; n-6/n-3 – razão entre a soma dos ácidos gordos n-6 e n-3;

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Como observado nos Quadros 4.7 e 4.8, o perfil de AG mostrou que o C16:0 (SFA), C18:1 (MUFA) e o C18:2n-6 (PUFA) foram os AG predominantes, representando aproximadamente 60 – 80% dos AG totais, como referido em diferentes estudos (Dalle Zotte et al., 2019; De Marchi et al., 2005; Franco et al., 2016; Jaturasitha et al., 2008; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021; Zanetti et al., 2010).

Nas aves, a deposição de SFAs e MUFAs no músculo depende, em parte, da sua presença na dieta e da sua síntese no fígado (Dal Bosco et al., 2012; Jung et al., 2010). Uma maior digestão de gorduras insaturadas reduz a síntese de SFAs no fígado, todavia, aumentos no teor de PUFA podem influenciar a supressão da síntese de MUFAs por inibir a ação do complexo enzimático $\Delta 9$ -dessaturase, que é a principal enzima responsável para a conversão de SFAs em MUFAs (Bostami et al., 2017; Jung et al., 2010).

Em relação aos PUFA, os resultados mostram que a carne das quatro raças em estudo apresenta uma boa proporção de PUFA totais e individuais, principalmente os AGE C18:2n-6, C20:4n-6 (ácido araquidónico) e C18:3n-3 (ácido α -linolénico).

Dado que os AGE devem ser fornecidos como suplemento alimentar devido à incapacidade de síntese pelo organismo (Bostami et al., 2017; Jayasena et al., 2013), os níveis mais elevados de C18:2n-6, C20:4n-6 e C18:3n-3 na carne podem ser uma característica de qualidade nutricional atraente para consumidores preocupados com a saúde.

Devido à importância dos PUFA, em particular do n-3, nas funções fisiológicas e nos seus benefícios para a saúde humana, a presença de C18:3n-3 nos alimentos é muito importante, pois é o principal precursor de outros n-3-PUFA.

Como observado em outras raças autóctones, no presente estudo, o teor de C18:3n-3 na carne também foi inferior ao de C18:2n-6, o que pode ser resultado da elevada concentração de C18:2n-6 no milho (Franco et al., 2012; Pateiro et al., 2018; Soares, 2015; Vargas-Ramella et al., 2021). Como existe uma competição pelas enzimas dessaturases e alongases durante a metabolização destes AGE, o excesso de C18:2n-6 na dieta pode limitar a conversão do C18:3n-3 nos seus derivados de cadeia longa, reduzindo assim a proporção de DPA e DHA (Martin et al., 2006; Perini et al., 2010).

No geral, os resultados obtidos revelam-se satisfatórios, visto que tanto os machos como as fêmeas apresentam, em ambas as peças, um baixo teor de SFAs que se revelam inferiores aos descritos em outros estudo com raças autóctones (34,29 - 43,99%) (Franco

et al., 2016; Losada, 2015; Soares, 2015), e raças híbridas comerciais melhoradas para produção de carne, frangos de corte, galinhas “velhas” e frangos de corte em sistema orgânico (33,90 - 44,47%) (Castellini et al., 2002a; Castellini et al., 2002b; Chen et al., 2016; Jaturasitha et al., 2008; Semwogerere et al., 2019).

As relações PUFA/SFA e n-6/n-3 são amplamente utilizados para avaliar o valor nutricional da gordura (Popova et al., 2016; Simopoulos, 2016). Uma ingestão equilibrada de ácidos gordos n-6 e n-3 é essencial para garantir o bem-estar e reduzir a incidência de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas (Alagawany et al., 2019; Simopoulos, 2000). De acordo com algumas recomendações nutricionais, a relação PUFA/SFA na dieta humana deve ser superior a 0,45, enquanto a relação n-6/n-3 não deve exceder 4 (Simopoulos, 2000; Ulbricht & Southgate, 1991). Os índices nutricionais mostram que a relação PUFA/SFA na carne, peito e coxa, das quatro raças, machos e fêmeas (0,74 - 0,93), foi superior ao valor mínimo recomendado, como observado em outras raças autóctones (0,64 - 1,31) (Dalle Zotte et al., 2019; Franco et al., 2016; Jaturasitha et al., 2008; Pateiro et al., 2018; Vargas-Ramella et al., 2021).

Por outro lado, os valores da relação n-6/n-3 foram superiores aos índices nutricionais recomendados para a dieta humana, estabelecidos em 4:1. Porém, as mudanças nos hábitos alimentares e o atual desequilíbrio na relação n-6/n-3 observado nas dietas humanas, como resultado do aumento do consumo de óleos e gorduras vegetais ricos em n-6-PUFA e uma diminuição do consumo de alimentos ricos em n-3-PUFA, estimam, atualmente, a proporção de ácidos gordos n-6 para n-3 em aproximadamente 10 a 20:1 (Alagawany et al., 2019; Pateiro et al., 2018; Simopoulos, 2000). Portanto, nesse sentido, os resultados obtidos encontram-se dentro dos valores aceitáveis.

A maior relação n-6/n-3 nos tecidos musculares, peito e coxa, em populações autóctones (Franco et al., 2016; Losada, 2015; Pateiro et al., 2018; Soares, 2015), pode ser explicada pela predominância de ácidos gordos n-6 no milho ($\approx 52\%$), e a forte relação entre a fonte de gordura da dieta e o conteúdo tecidual (Franco et al., 2012). De acordo com Pateiro et al., (2018), uma maior proporção de n-3 na dieta é benéfica, resultando em índices nutricionais da carne superiores (menor teor de SFA e relação n-6/n-3 e maior teor PUFA e relação PUFA/SFA).

Quadro 4.9. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em g/100 de carne).

		Raças			
Ácido gordo		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	ΣSFA	0,37 ^{a1} ± 0,13	0,36 ^{a1} ± 0,10	0,36 ^{a1} ± 0,13	0,42 ^{a1} ± 0,13
	ΣMUFA	0,46 ^{a1} ± 0,19	0,43 ^{a1} ± 0,15	0,43 ^{a1} ± 0,17	0,52 ^{a1} ± 0,20
	ΣPUFA	0,32 ^{a1} ± 0,14	0,29 ^{a1} ± 0,07	0,30 ^{a1} ± 0,10	0,35 ^{a1} ± 0,10
	ΣUFA	0,78 ^{a1} ± 0,33	0,72 ^{a1} ± 0,20	0,73 ^{a1} ± 0,26	0,87 ^{a1} ± 0,29
	EFA	0,29 ^{a1} ± 0,13	0,27 ^{a1} ± 0,06	0,28 ^{a1} ± 0,10	0,32 ^{a1} ± 0,09
	PUFA/SFA	0,37 ^{a1} ± 0,13	0,36 ^{a1} ± 0,10	0,36 ^{a1} ± 0,13	0,42 ^{a1} ± 0,13
	n-6/n-3	0,16 ^{a1} ± 0,10	0,15 ^{a1} ± 0,06	0,14 ^{a1} ± 0,09	0,18 ^{a1} ± 0,11
Coxa (n=20)	ΣSFA	0,92 ^{a2} ± 0,16	0,90 ^{a2} ± 0,22	0,98 ^{a2} ± 0,11	0,98 ^{a2} ± 0,07
	ΣMUFA	1,16 ^{a12} ± 0,18	1,24 ^{a2} ± 0,39	1,26 ^{a2} ± 0,26	1,29 ^{a2} ± 0,14
	ΣPUFA	0,77 ^{b2} ± 0,10	0,67 ^{a2} ± 0,15	0,72 ^{ab2} ± 0,11	0,75 ^{ab2} ± 0,07
	ΣUFA	1,94 ^{a2} ± 0,26	1,91 ^{a2} ± 0,51	1,97 ^{a2} ± 0,28	2,04 ^{a2} ± 0,16
	EFA	0,73 ^{b2} ± 0,04	0,64 ^{a2} ± 0,15	0,68 ^{ab2} ± 0,11	0,71 ^{ab2} ± 0,07
	PUFA/SFA	0,92 ^{a2} ± 0,15	0,90 ^{a2} ± 0,22	0,98 ^{a2} ± 0,11	0,98 ^{a2} ± 0,07
	n-6/n-3	0,56 ^{a2} ± 0,14	0,73 ^{b2} ± 0,28	0,64 ^{ab2} ± 0,19	0,64 ^{ab2} ± 0,09

SFA – ácidos gordos saturados; MUFA – ácidos gordos monoinsaturados; PUFA – ácidos gordos polinsaturados; UFA – ácidos gordos insaturados; EFA – ácidos gordos essenciais (incluindo os ácidos linoleico, linolénico e araquidónico); PUFA/SFA – relação entre os ácidos gordos polinsaturados e saturados; n-6/n-3 – razão entre a soma dos ácidos gordos n-6 e n-3;

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Quadro 4.10. Perfil de ácidos gordos da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em g/100 de carne).

		Raças			
Ácido gordo		BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	ΣSFA	0,37 ^{a1} ± 0,13	0,36 ^{a1} ± 0,10	0,36 ^{a1} ± 0,13	0,42 ^{a1} ± 0,13
	ΣMUFA	0,46 ^{a1} ± 0,19	0,43 ^{a1} ± 0,15	0,43 ^{a1} ± 0,17	0,52 ^{a1} ± 0,20
	ΣPUFA	0,32 ^{a1} ± 0,14	0,29 ^{a1} ± 0,07	0,30 ^{a1} ± 0,10	0,35 ^{a1} ± 0,10
	ΣUFA	1,16 ^{a1} ± 0,38	1,08 ^{a1} ± 0,57	1,07 ^{a1} ± 0,40	0,98 ^{a1} ± 0,26
	EFA	0,41 ^{a1} ± 0,15	0,36 ^{a1} ± 0,17	0,38 ^{a1} ± 0,18	0,34 ^{a1} ± 0,11
	PUFA/SFA	0,48 ^{a1} ± 0,12	0,46 ^{a1} ± 0,21	0,46 ^{a1} ± 0,11	0,44 ^{a1} ± 0,08
	n-6/n-3	0,28 ^{a1} ± 0,13	0,24 ^{a1} ± 0,23	0,20 ^{a1} ± 0,11	0,17 ^{a1} ± 0,08
Coxa (n=20)	ΣSFA	0,92 ^{a2} ± 0,16	0,90 ^{a2} ± 0,22	0,98 ^{a2} ± 0,11	0,98 ^{a2} ± 0,07
	ΣMUFA	1,16 ^{a12} ± 0,18	1,24 ^{a2} ± 0,39	1,26 ^{a2} ± 0,26	1,29 ^{a2} ± 0,14
	ΣPUFA	0,77 ^{b2} ± 0,10	0,67 ^{a2} ± 0,15	0,72 ^{ab2} ± 0,11	0,75 ^{ab2} ± 0,07
	ΣUFA	2,29 ^{a2} ± 0,50	2,61 ^{a2} ± 0,74	2,55 ^{a2} ± 0,33	2,51 ^{a2} ± 0,34
	EFA	0,80 ^{a2} ± 0,20	0,75 ^{a2} ± 0,17	0,78 ^{a2} ± 0,14	0,76 ^{a2} ± 0,16
	PUFA/SFA	0,92 ^{a2} ± 0,19	1,08 ^{a2} ± 0,33	1,06 ^{a2} ± 0,14	1,05 ^{a2} ± 0,09
	n-6/n-3	0,71 ^{a2} ± 0,25	0,94 ^{a2} ± 0,49	0,85 ^{a2} ± 0,20	0,77 ^{a2} ± 0,28

SFA – ácidos gordos saturados; MUFA – ácidos gordos monoinsaturados; PUFA – ácidos gordos polinsaturados; UFA – ácidos gordos insaturados; EFA – ácidos gordos essenciais (incluindo os ácidos linoleico, linolénico e araquidónico); PUFA/SFA – relação entre os ácidos gordos polinsaturados e saturados; n-6/n-3 – razão entre a soma dos ácidos gordos n-6 e n-3;

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

4.4. Composição mineral da carne

A composição mineral alimentar é um aspeto importante para a saúde humana, e a carne das quatro raças mostrou-se uma boa fonte de minerais, contendo uma ampla gama de macro e microelementos, alguns deles com importante valor nutricional, conforme apresentado nos Quadros 4.10 e 4.11.

Semelhante à composição físico-química, os minerais também variaram de acordo com a raça e peça em análise, observando-se maior variação nas fêmeas (Quadro 4.10).

Os machos revelaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no teor de Zn (peito) e Mn (coxa). A raça BR foi a que apresentou maior teor de Zn (1,49 mg/100 g), enquanto que a PP e a PL apresentaram o maior teor de Mn (0,13 mg/100 g).

Relativamente às fêmeas, a raça BR foi a que apresentou maior teor de Ca (15,64 mg/100 g) e Zn (1,08 mg/100 g) no peito, e menor teor de P (144,16 mg/100 g), Mg (23,69 mg/100 g) e Na (153,69 mg/100 g) na coxa, apresentando as raças PL, PP e AM os maiores valores (159,69, 25,86 e 181,51 mg/100 g), respetivamente ($p \leq 0,05$).

Em ambos os sexos (Quadro 4.9 e 4.10), os teores de K, P e Mg foram significativamente maiores na carne do peito ($p \leq 0,05$), enquanto que o Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram mais relevantes na coxa ($p \leq 0,05$).

Quadro 4.11. Composição mineral da carne dos machos (média $\pm$ DP) (resultados expressos em mg/100 g de peso fresco).

		Raças			
	Minerais	BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	Macroelementos				
	Fósforo	190,03 ^{a1} $\pm$ 13,64	191,76 ^{a1} $\pm$ 7,74	194,46 ^{a1} $\pm$ 17,42	191,77 ^{a1} $\pm$ 13,07
	Potássio	474,92 ^{a1} $\pm$ 8,98	482,06 ^{a1} $\pm$ 11,94	466,73 ^{a1} $\pm$ 26,65	474,63 ^{a1} $\pm$ 23,80
	Cálcio	11,98 ^{a1} $\pm$ 2,96	11,61 ^{a1} $\pm$ 3,33	12,18 ^{a1} $\pm$ 4,40	10,05 ^{a1} $\pm$ 3,68
	Magnésio	33,73 ^{a1} $\pm$ 1,35	33,42 ^{a1} $\pm$ 1,75	34,72 ^{a1} $\pm$ 3,86	34,07 ^{a1} $\pm$ 2,90
	Sódio	145,21 ^{a1} $\pm$ 7,39	146,95 ^{a1} $\pm$ 7,79	145,41 ^{a1} $\pm$ 15,17	145,75 ^{a1} $\pm$ 10,74
	Oligoelementos				
	Ferro	0,96 ^{a1} $\pm$ 0,23	0,98 ^{a1} $\pm$ 0,25	1,04 ^{a1} $\pm$ 0,24	1,01 ^{a1} $\pm$ 0,21
	Zinco	1,49 ^{b1} $\pm$ 0,23	1,35 ^{ab1} $\pm$ 0,18	1,20 ^{a1} $\pm$ 0,12	1,33 ^{ab1} $\pm$ 0,38
	Manganês	0,08 ^{a1} $\pm$ 0,02	0,09 ^{a1} $\pm$ 0,02	0,09 ^{a1} $\pm$ 0,03	0,08 ^{a1} $\pm$ 0,03
Coxa (n=20)	Macroelementos				
	Fósforo	171,73 ^{a2} $\pm$ 10,69	173,35 ^{a2} $\pm$ 13,83	171,64 ^{a2} $\pm$ 17,90	176,78 ^{a2} $\pm$ 12,96
	Potássio	445,03 ^{a2} $\pm$ 11,65	450,78 ^{a2} $\pm$ 17,77	442,91 ^{a2} $\pm$ 28,54	444,87 ^{a2} $\pm$ 17,34
	Cálcio	12,64 ^{a1} $\pm$ 2,94	12,04 ^{a1} $\pm$ 3,21	12,70 ^{a1} $\pm$ 4,00	10,41 ^{a1} $\pm$ 3,49
	Magnésio	28,38 ^{a2} $\pm$ 1,04	28,78 ^{a2} $\pm$ 1,81	30,28 ^{a2} $\pm$ 3,97	29,55 ^{a2} $\pm$ 2,07
	Sódio	190,58 ^{a2} $\pm$ 9,47	191,70 ^{a2} $\pm$ 8,34	190,18 ^{a2} $\pm$ 14,62	186,26 ^{a2} $\pm$ 9,52
	Oligoelementos				
	Ferro	1,81 ^{a2} $\pm$ 0,31	1,74 ^{a2} $\pm$ 0,24	1,76 ^{a2} $\pm$ 0,21	1,82 ^{a2} $\pm$ 0,15
	Zinco	4,27 ^{a2} $\pm$ 0,30	4,33 ^{a2} $\pm$ 0,66	4,21 ^{a2} $\pm$ 0,59	4,16 ^{a2} $\pm$ 0,82
	Manganês	0,10 ^{a2} $\pm$ 0,02	0,12 ^{b2} $\pm$ 0,02	0,13 ^{bc2} $\pm$ 0,02	0,13 ^{c2} $\pm$ 0,02
	Cobre	0,14 ^{a2} $\pm$ 0,02	0,14 ^{a2} $\pm$ 0,03	0,15 ^{a2} $\pm$ 0,03	0,15 ^{a2} $\pm$ 0,03

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

Quadro 4.12. Composição mineral da carne das fêmeas (média $\pm$ DP) (resultados expressos em mg/100 g de peso fresco).

		Raças			
	Minerais	BR	AM	PP	PL
Peito (n=20)	Macroelementos				
	Fósforo	191,55 ^{a1} $\pm$ 12,92	191,17 ^{a1} $\pm$ 19,00	189,07 ^{a1} $\pm$ 21,07	190,29 ^{a1} $\pm$ 11,60
	Potássio	467,70 ^{a1} $\pm$ 17,69	459,86 ^{a1} $\pm$ 20,19	462,21 ^{a1} $\pm$ 17,11	457,55 ^{a1} $\pm$ 14,61
	Cálcio	15,64 ^{b1} $\pm$ 2,78	13,86 ^{ab1} $\pm$ 3,33	11,90 ^{a1} $\pm$ 2,58	12,28 ^{a1} $\pm$ 1,88
	Magnésio	30,95 ^{a1} $\pm$ 2,06	31,01 ^{a1} $\pm$ 2,26	31,06 ^{a1} $\pm$ 2,26	32,01 ^{a1} $\pm$ 1,69
	Sódio	135,18 ^{a1} $\pm$ 18,21	145,13 ^{a1} $\pm$ 7,52	139,99 ^{a1} $\pm$ 13,64	146,65 ^{a1} $\pm$ 14,44
	Oligoelementos				
	Ferro	1,66 ^{a1} $\pm$ 0,18	1,65 ^{a1} $\pm$ 0,21	1,62 ^{a1} $\pm$ 0,26	1,62 ^{a1} $\pm$ 0,25
	Zinco	1,08 ^{b1} $\pm$ 0,15	0,94 ^{a1} $\pm$ 0,20	0,91 ^{a1} $\pm$ 0,11	0,82 ^{a1} $\pm$ 0,09
	Manganês	0,32 ^{bc1} $\pm$ 0,12	0,22 ^{a1} $\pm$ 0,04	0,28 ^{ab1} $\pm$ 0,08	0,38 ^{c1} $\pm$ 0,15
Coxa (n=20)	Macroelementos				
	Fósforo	144,16 ^{a2} $\pm$ 16,37	159,12 ^{b2} $\pm$ 15,25	154,26 ^{ab2} $\pm$ 11,44	159,69 ^{b2} $\pm$ 12,07
	Potássio	410,81 ^{a2} $\pm$ 28,09	424,19 ^{a2} $\pm$ 22,50	423,49 ^{a2} $\pm$ 17,91	425,28 ^{a2} $\pm$ 17,96
	Cálcio	18,44 ^{b2} $\pm$ 3,65	16,63 ^{b2} $\pm$ 4,45	13,86 ^{a2} $\pm$ 2,17	13,70 ^{a2} $\pm$ 1,44
	Magnésio	23,69 ^{a2} $\pm$ 2,58	25,78 ^{b2} $\pm$ 2,33	25,86 ^{b2} $\pm$ 2,07	25,78 ^{b2} $\pm$ 1,56
	Sódio	153,69 ^{a2} $\pm$ 13,38	181,51 ^{c2} $\pm$ 15,65	169,10 ^{b2} $\pm$ 14,20	179,66 ^{bc2} $\pm$ 12,57
	Oligoelementos				
	Ferro	2,68 ^{a2} $\pm$ 0,34	2,60 ^{a2} $\pm$ 0,23	2,74 ^{a2} $\pm$ 0,59	2,74 ^{a2} $\pm$ 0,48
	Zinco	2,94 ^{a2} $\pm$ 0,40	3,38 ^{b2} $\pm$ 0,79	3,30 ^{ab2} $\pm$ 0,36	3,07 ^{ab2} $\pm$ 0,24
	Manganês	0,31 ^{a1} $\pm$ 0,10	0,26 ^{a2} $\pm$ 0,06	0,31 ^{a1} $\pm$ 0,08	0,41 ^{b1} $\pm$ 0,16
	Cobre	0,18 ^{a2} $\pm$ 0,04	0,19 ^{a2} $\pm$ 0,08	0,18 ^{a2} $\pm$ 0,02	0,17 ^{a2} $\pm$ 0,03

*Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as raças; médias com números diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as peças de cada raça.

A composição mineral da carne é outro aspecto importante para a saúde humana visto que a falta de minerais no organismo pode causar uma grande variedade de distúrbios e sintomas de doenças, pois estes constituintes possuem múltiplas funcionalidades e potencialidades no metabolismo e homeostase do organismo (Falowo, 2021; Gálvez et al., 2020; Zoroddu et al., 2019).

A composição mineral também é importantes para o desempenho animal e qualidade da carne, contribuindo para o sabor, cor e textura dos alimentos (Falowo, 2021). Como os minerais não podem ser sintetizados bioquimicamente pelos organismos vivos, a sua deposição no músculo animal depende de fatores como a raça, sexo, idade, dieta e ingestão de água, sistema de produção, condições ambientais e tipo de músculo (Falowo, 2021; Kralik et al., 2018; Menezes et al., 2018; Połtowicz & Doktor, 2013).

Como observado nos Quadros 4.9 e 4.10, o K foi quantitativamente o mineral mais representativo, seguido por P e Na, enquanto que o Fe e o Zn foram os oligoelementos mais significativos, semelhante ao descrito em linhas comerciais, incluindo estudos realizados em condições orgânicas e convencionais (Chen et al., 2016; Gálvez et al., 2020).

Os resultados evidenciam que o tipo de músculo tem um efeito pronunciado sobre o teor de minerais na carne. Da mesma forma, outros autores encontraram níveis significativamente mais elevados de K, P e Mg no peito comparativamente à coxa, que apresentou o maior teor de oligoelementos (Fe, Zn e Mn) (Chen et al., 2016; Gálvez et al., 2020; Kokoszyński et al., 2022; Połtowicz & Doktor, 2013). As diferenças entre as peças podem ser explicadas, pelo menos em parte, devido às diferenças na perfusão sanguínea e nos portadores de sangue, por exemplo, Fe e outros oligoelementos (Sager et al., 2018).

Considerando que as principais fontes de K são os vegetais, frutas e laticínios, a carne das quatro raças, machos e fêmeas, revela ser uma boa fonte deste macronutriente ($\approx$ 400 - 450 mg/100 g de carne), contribuindo em parte para a ingestão diária recomendada (3500 mg/dia) (WHO, 2012a). Há evidências de que a ingestão abaixo deste valor está associada a um maior risco de acidente vascular cerebral (Turck et al., 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda uma ingestão diária de Na de 0,5 - 2 g (equivalente a menos de 5 g de sal) para adultos (World Health Organization, 2012b). Embora os produtos à base de carne sejam rotulados como “fonte de alto teor de sal” e

não a carne em si, a menor quantidade de sódio na carne contribui para a redução geral de sal na dieta. Todas as raças revelaram, em ambas as peças, um teor de Na inferior a 0,2 g/100 g, portanto, poderá dizer-se que tanto a carne dos machos como a das fêmeas apresenta um baixo teor de sódio.

A carne é, também, uma importante fonte de Fe e Zn. Sabe-se que os níveis de Fe e Zn totais na carne são de grande importância, pois a ingestão regular destes microelementos tem sido sugerida para reduzir a incidência de muitas doenças e exercer um efeito benéfico na saúde humana (Chen et al., 2016; Gálvez et al., 2020).

A idade, assim como a capacidade metabólica e a composição de fibras do músculo, são os principais fatores que afetam a quantidade de mioglobina no músculo, portanto, um maior ou menor teor de Fe (Fanatico et al., 2007; Gálvez et al., 2020; Pateiro et al., 2018). Além disso, a carne é uma boa fonte de Fe porque 50 - 60% está na forma heme e, portanto, é mais facilmente adsorvida (Chen et al., 2016; Gálvez et al., 2020).

Após o Fe, o Zn é o segundo oligoelemento mais abundante no corpo humano, estando envolvido na maioria das atividades biológicas do corpo humano, e sua deficiência pode levar a problemas nos sistemas epidérmico, gastrointestinal, nervoso central, imunológico, esquelético e reprodutivo (Maares & Haase, 2020; Sager et al., 2018).

Embora o teor de Zn na carne do peito se tenha revelado significativamente menor ao da coxa, em ambos os sexos, as duas peças demonstram ser uma boa fonte do mineral, contribuindo para a ingestão diária de referência, estimada em 8 e 11 mg/dia, mulheres e homens adultos, respetivamente (Institute of Medicine, 2001). As diferenças entre peças podem ser explicadas, em parte, pela diferente composição dos músculos e das suas necessidades específicas de Zn para manter suas funções metabólicas adequadas (Maares & Haase, 2020).

Além disso, é importante referir que o Zn na carne tem uma biodisponibilidade muito maior do que o dos vegetais (Djinovic-Stojanovic et al., 2017).

5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURAS

Vários estudos têm investigado o desempenho produtivo, rendimento de abate e qualidade da carne de diferentes raças autóctones, com o objetivo de caracterizar as suas propriedades únicas de qualidade de carne e potencial na avicultura, mostrando que estas raças de crescimento lento podem efetivamente ser utilizadas como sistemas alternativos de produção, garantindo um produto diferenciado para os consumidores. Considerando o número reduzido de estudos que evidenciam as características de qualidade da carne, peito e coxa, das quatro raças autóctones avícolas Portuguesas, BR, AM, PP e PL, o presente estudo permitiu obter as conclusões que seguidamente se apresentam.

Atendendo que a sua comercialização é, tradicionalmente, efetuada considerando a carcaça completa (PC2), os resultados mostraram que este tipo de apresentação comercial garante rendimentos na ordem dos 81 a 83% nos machos e 73 a 77% nas fêmeas (inferior aos machos pelo facto de não incluírem a cabeça), o que acaba por ser um incentivo para os produtores pois, a venda da carcaça isolada (RC3) reduz o valor e o lucro do produto, o que apoia o sistema tradicional de comercialização.

Embora as quatro raças revelem pesos e rendimentos semelhantes, a BR, machos e fêmeas, destaca-se como a mais pesada e a que melhores características de carcaça apresenta, sugerindo uma melhor aptidão para produção de carne.

Através das análises físico-químicas verificou-se que os parâmetros de qualidade e a composição centesimal da carne diferiram entre raças e respetivas peças ($p \leq 0,05$). A carne dos machos diferiu em relação aos valores de pH, WHC, índice de amarelo (b^*), teor de humidade e cinzas, enquanto que nas fêmeas, com exceção da WHC, em ambas as peças, e do teor de proteína e lípidos, no peito, todos os parâmetros avaliados diferiram entre raças. Relativamente às peças observou-se que a carne do peito apresentou, em ambos os sexos, maior luminosidade (L^*), maior teor de humidade, cinzas e proteínas, enquanto que a coxa apresentou maior valor de pH, índice de vermelho (a^*) e teor lipídico.

Nos machos, a raça AM foi a que apresentou, em ambas as peças, melhor capacidade de retenção de água (WHC) (56,85 e 57,87%) e maior teor de humidade (73,96 e 74,75%), peito e coxa, respetivamente, enquanto que a PP foi a que apresentou maior valor de b^* (índice de amarelo) (12,96 e 11,81), peito e coxa, respetivamente. Nas fêmeas, destaca-se a raça BR pelo menor valor de pH (5,78 e 6,04), peito e coxa, respetivamente, pelo

maior valor de luminosidade (L^*) (54,68) e cinzas (1,17%) na carne do peito e maior teor lipídico na coxa (2,81%), enquanto que a PP diferenciou-se pelo maior valor de a^* (índice de vermelho) (5,93 e 16,48) e b^* (12,39 e 11,20), maior teor de humidade (74,22 e 73,15%), peito e coxa, respetivamente e pelo menor teor lipídico na coxa (1,55%).

Em relação às propriedades nutricionais, observou-se que todas as raças apresentam, em ambos os sexos, uma boa proporção de ácidos gordos essenciais (AGE), n-3-PUFAs e minerais.

O perfil de ácidos gordos revelou que a carne das quatro raças é composta maioritariamente por ácidos gordos insaturados, destacando-se, em ambos os sexos, uma maior percentagem de MUFAs na raça AM e PUFAs na raça BR ($p \leq 0,05$), em particular na coxa. Em termos qualitativos, pode dizer-se que a carne do peito é, em ambos os sexos, mais rica em n-3-PUFAs (C22:5n-3 e C22:6n-3) comparativamente à coxa ($p \leq 0,05$).

A avaliação do valor nutricional da gordura da carne permitiu concluir que, entre raças e em particular na coxa, a raça BR, machos e fêmeas, apresenta uma percentagem de AGE e uma relação PUFAs/SFAs superior às restantes ($p \leq 0,05$), assim como a menor relação n-6/n-3 ($p \leq 0,05$).

Os resultados da composição mineral demonstraram que a carne das quatro raças, machos e fêmeas, é uma boa fonte de minerais, destacando-se uma maior proporção de K, P e Mg na carne do peito e um maior teor de Na, Fe, Zn e Cu na coxa ($p \leq 0,05$). A raça BR destacou-se pelo maior teor de Zn no peito, machos e fêmeas, e pelo maior teor de Ca (15,64 mg/100g) na carne do peito nas fêmeas ($p \leq 0,05$).

Para o consumidor, o conhecimento da composição físico-química da carne, perfil de ácidos gordos e perfil mineral pode ser um fator importante para a valorização do produto. O alto teor de proteínas e minerais de elevado valor biológico associado a um baixo teor de gordura (composta maioritariamente por ácidos gordos insaturados) com índices nutricionais favoráveis mostra que a carne das quatro raças autóctones é um alimento saudável que pode ser incorporado de forma ideal na dieta humana em todas as idades.

Como perspetivas de trabalho futuras e no seguimento deste estudo realizado, o trabalho a desenvolver deverá incluir:

- i.* Estudos complementares visando a caracterização do perfil de aminoácidos;
- ii.* Estudos sensoriais que permitirão complementar a diferenciação e valorização dos seus produtos;
- iii.* Estudos que permitam definir um nicho de mercado para os produtos das raças avícolas autóctones Portuguesas;
- iv.* Estudos que contemplem a utilização de aves submetidas a outro tipo de dieta animal, por exemplo, com base na valorização de outros subprodutos, de forma a avaliar o seu efeito nas características de carcaça e qualidade da carne, potenciando a economia circular.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, R. S., Imran, A. & Hussain, M. B. (2018). Nutritional Composition of Meat. In M. S. Arshad (Ed.), *Meat Science and Nutrition* (pp. 61–76). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77045>
- Akinwumi, A. O. & Odunsi, A. A. (2016). Meat Quality of Broiler Chicken as affected by Strain, Age at Slaughter and Immobilization Methods. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(9), 1318–1324. <https://doi.org/10.21275/ART20161756>
- Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Taha, A. E., Tiwari, R., Iqbal Yattoo, M., Bhatt, P., Khurana, S. K. & Dhama, K. (2019). Omega-3 and omega-6 fatty acids in poultry nutrition: Effect on production performance and health. *Animals*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/ani9080573>
- Aliani, M. & Farmer, L. J. (2005). Precursors of chicken flavor. II. Identification of key flavor precursors using sensory methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(16), 6455–6462. <https://doi.org/10.1021/jf050087d>
- Amorim, A. F. da S. (2013). *Estudo comparativo das características físico-químicas e sensoriais de carne de capão , galo , " frango comercial " e " frango do campo "*. [Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança, Biblioteca Digital do Instituto Politécnico de Bragança]. <http://hdl.handle.net/10198/9212>
- Amorim, A., Rodrigues, S., Pereira, E., Valentim, R. & Teixeira, A. (2016). Effect of caponisation on physicochemical and sensory characteristics of chickens. *Animal*, 10(6), 978–986. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002876>
- Amorim, André, Rodrigues, S., Pereira, E. & Teixeira, A. (2016). Physicochemical composition and sensory quality evaluation of capon and rooster meat. *Poultry Science*, 95(5), 1211–1219. <https://doi.org/10.3382/ps/pev448>
- Anadón, H. L. S. (2002). *Biological, nutritional, and processing factors affecting breast meat quality of broilers: Vol. Thesis*. <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/26267%0Ahttp://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-02212002-113821/>
- Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F. & Therkildsen, M. (2005). Feeding and meat quality - A future approach. *Meat Science*, 70(3 SPEC. ISS.), 543–554. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.015>
- Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., Korish, M. A. & Shiboob, M. M. (2017). Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. *Lipids in Health and Disease*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0423-8>
- Baéza, E., Guillier, L. & Petracci, M. (2021). Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. *Animal*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100331>
- Bogosavljevic-Boskovic, S., Mitrovic, S., Djokovic, R., Doskovic, V. & Djermanovic, V. (2010). Chemical composition of chicken meat produced in extensive indoor and free range rearing systems. *African Journal of Biotechnology*, 9(53), 9069–9075. <https://doi.org/10.4314/ajb.v9i53>
- Bogosavljević-Bošković, S., Pavlovski, Z., Petrović, M. D., Dosković, V. & Rakonjac, S.

- (2010). Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. *African Journal of Biotechnology*, 9(54), 9177–9182.
- Bongiorno, V., Schiavone, A., Renna, M., Sartore, S., Soglia, D., Sacchi, P., Gariglio, M., Castillo, A., Mugnai, C., Forte, C., Bianchi, C., Mioletti, S., Gasco, L., Biasato, I., Brugiapaglia, A., Sirri, F., Zampiga, M., Gai, F., Marzoni, M., ... Dabbou, S. (2022). Carcass Yields and Meat Composition of Male and Female Italian Slow-Growing Chicken Breeds: Bianca di Saluzzo and Bionda Piemontese. *Animals*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/ani12030406>
- Bordoni, A. & Danesi, F. (2017). Poultry Meat Nutritive Value and Human Health. In *Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values* (pp. 279–290). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100763-1.00011-8>
- Bostami, A. R., Seok Mun, H. & Yang, C. J. (2017). Breast and Thigh Meat Chemical Composition and Fatty Acid Profile in Broilers Fed Diet with Dietary Fat Sources. *Journal of Food Processing & Technology*, 08(05). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000672>
- Bowker, B. & Zhuang, H. (2015). Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat1. *Poultry Science*, 94(7), 1657–1664. <https://doi.org/10.3382/ps/pev120>
- Bowker, Brian. (2017). Developments in our understanding of water-holding capacity. In *Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values* (pp. 77–113). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100763-1.00004-0>
- Brito, N. V., Gouveia, A., Leite, J., Ribeiro, V., Alves, J. da M. & Dantas, R. (2018). *Galinhas de Portugal* (Município de Ponte de Lima, Associação Concelhia das Feiras Novas, & Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Barrosa (eds.)).
- Brito, N. V., Lopes, J. C., Ribeiro, V., Dantas, R. & Leite, J. V. (2021a). Biometric characterization of the portuguese autochthonous hens breeds. *Animals*, 11(2), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani11020498>
- Brito, N. V., Lopes, J. C., Ribeiro, V., Dantas, R. & Leite, J. V. (2021b). Small scale egg production: The challenge of portuguese autochthonous chicken breeds. *Agriculture (Switzerland)*, 11(9), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090818>
- Carolino, I., Santos-Silva, M.-F., Oliveira-Sousa, C., Almeida, J. M. & Carolino, N. (2014). Galinhas de raças autóctones e a sua importância na agricultura sustentável. *Voz Do Campo | AGROCIÊNCIA*, 176, Set-Out: 22-23. <https://vozdocampo-revista.webnode.pt/newletter/destaques-set-out-2014/galinhas-de-racas-autoctones-e-a-sua-importancia-na-agricultura-sustentavel/>
- Carolino, N., Afonso, F. & Calção, S. (2013). Avaliação do estatuto de risco de extinção das raças autóctones portuguesas - PDR2020. *Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP)*, February, 1–9.
- Casal, S. & Oliveira, M. (2010). *Fatty acids analysis by gas chromatography (GC)*. (C. J (ed.); 3rd edn). Encyclopedia of chromatography.
- Castellini, C., Mugnai, C. & Dal Bosco, A. (2002). Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Italian Journal of Food Science*, 14(4), 401–412.
- Castellini, C, Mugnai, C. & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic sysytem on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219–225.

- Castellini, Cesare & Dal Bosco, A. (2017). Animal welfare and poultry meat in alternative production systems (and ethics of poultry meat production). In *Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100763-1.00014-3>
- Čech, M., Haščík, P., Pavelková, A., Čuboň, J., Bučko, O., Tkáčová, J., Kačániová, M., Bobko, M., Imrich, I. & Šár, K. (2021). Chemical composition of muscle after red grape pomace application in the nutrition of broiler chickens. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6), 1–5. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3726>
- Chen, Y., Qiao, Y., Xiao, Y., Chen, H., Zhao, L., Huang, M. & Zhou, G. (2016). Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers, and spent hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6), 855–864. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0840>
- Choe, J. & Kim, H. Y. (2020). Physicochemical characteristics of breast and thigh meats from old broiler breeder hen and old laying hen and their effects on quality properties of pressed ham. *Poultry Science*, 99(4), 2230–2235. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.076>
- Cömert, M., Şayan, Y., Kirkpinar, F., Bayraktar, H. & Mert, S. (2016). Comparison of carcass characteristics, meat quality, and blood parameters of slow and fast grown female broiler chickens raised in organic or conventional production system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(7), 987–997. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0812>
- Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). (1986). *Colorimetry* (Commission Internationale de l'Eclairage (ed.); 2nd Editio). Publication CIE No. 15.2.
- Cormick, G. & Belizán, J. M. (2019). Calcium intake and health. *Nutrients*, 11(7), 1–16. <https://doi.org/10.3390/nu11071606>
- Cruz, F. L., Espósito, M., Nardelli, N. B. de S., Fassani, É. J., Faria, P. B. & Esteves, C. (2017). Qualidade Da Carne De Aves Da Raça Rodhe Island Red Criadas Em Sistema Alternativo. *Ciência Animal Brasileira*, 18(0), 1–16. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-37834>
- Cruz, R., Casal, S., Mendes, E., Costa, A., Santos, C. & Moraes, S. (2013). Validation of a Single-Extraction Procedure for Sequential Analysis of Vitamin E, Cholesterol, Fatty Acids, and Total Fat in Seafood. *Food Analytical Methods*, 6(4), 1196–1204. <https://doi.org/10.1007/s12161-012-9526-z>
- Culioli, J., Berri, C. & Mourot, J. (2003). Muscle foods: Consumption, composition and quality. *Sciences Des Aliments*, 23(1), 13–34. <https://doi.org/10.3166/sda.23.13-34>
- da Silva, D. C. F., de Arruda, A. M. V. & Gonçalves, A. A. (2017). Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1818–1826. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2612-x>
- Dal Bosco, A., Mugnai, C., Ruggeri, S., Mattioli, S. & Castellini, C. (2012). Fatty acid composition of meat and estimated indices of lipid metabolism in different poultry genotypes reared under organic system. *Poultry Science*, 91(8), 2039–2045. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02228>

- Dal Bosco, Alessandro, Mugnai, C., Amato, M. G., Piottoli, L., Cartoni, A. & Castellini, C. (2014). Effect of slaughtering age in different commercial chicken genotypes reared according to the organic system: 1. Welfare, carcass and meat traits. *Italian Journal of Animal Science*, 13(2), 467–472. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3308>
- Dalle Zotte, A., Gleeson, E., Franco, D., Cullere, M. & Lorenzo, J. M. (2020). Proximate composition, amino acid profile, and oxidative stability of slow-growing indigenous chickens compared with commercial broiler chickens. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050546>
- Dalle Zotte, A., Tasoniero, G., Baldan, G. & Cullere, M. (2019). Meat quality of male and female Italian Padovana and Polverara slow-growing chicken breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 18(1), 398–404. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1530963>
- Davoodi, P. & Ehsani, A. (2020). Characteristics of Carcass Traits and Meat Quality of Broiler Chickens Reared under Conventional and Free-range Systems. *Journal of World's Poultry Research*, 10(4), 623–630. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2020.71>
- De Marchi, M., Cassandro, M., Lunardi, E., Baldan, G. & Siegel, P. B. (2005). Carcass characteristics and qualitative meat traits of the Padovana breed of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 4(4), 233–238. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.233.238>
- Del Puerto, M., Cabrera, M. C. & Saadoun, A. (2017). A Note on Fatty Acids Profile of Meat from Broiler Chickens Supplemented with Inorganic or Organic Selenium. *International Journal of Food Science*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/7613069>
- Delgadinho, M. J. C. (2014). Distúrbios do metabolismo do cobre , ferro e zinco. *Repositório Institucional Da Universidade Fernando Pessoa*, 59.
- DGAV. (2013). Plano Nacional para os Recursos Genéticos Animais. *Secretaria de Estado Da Alimentação e Investigação Agroalimentar*, 2–19.
- Dias, R. C., Krabbe, E. L., Bavaresco, C., Stefanello, T. B., Kawski, V. L., Panisson, J. C., Maiorka, A. & Roll, V. F. B. (2020). Effect of strain and nutritional density of the diet on the water-protein ratio, fat and collagen levels in the breast and legs of broilers slaughtered at different ages. *Poultry Science*, 99(4), 2033–2040. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.033>
- Díaz, O., Rodríguez, L., Torres, A. & Cobos, A. (2010). Chemical composition and physico-chemical properties of meat from capons as affected by breed and age. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(1), 91–99. <https://doi.org/10.5424/sjar/2010081-1147>
- Djinovic-Stojanovic, J. M., Nikolic, D. M., Vranic, D. V., Babic, J. A., Milijasevic, M. P., Pezo, L. L. & Jankovic, S. D. (2017). Zinc and magnesium in different types of meat and meat products from the Serbian market. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.009>
- Duclos, M. J., Berri, C. & Le Bihan-Duval, E. (2007). Muscle growth and meat quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 107–112. <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.107>
- Eda, M. (2021). Origin of the domestic chicken from modern biological and zooarchaeological approaches. *Animal Frontiers*, 11(3), 52–61. <https://doi.org/10.1093/af/vfab016>

- Falowo, A. B. (2021). A Comprehensive Review of Nutritional Benefits of Minerals in Meat and Meat Products. *Science Letters*, 9(2), 55–64. <https://doi.org/10.47262/sl/9.2.132021010>
- Fanatico, A. C., Cavitt, L. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L. & Owens, C. M. (2005). Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Meat quality. *Poultry Science*, 84(11), 1785–1790. <https://doi.org/10.1093/ps/84.11.1785>
- Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L. & Owens, C. M. (2007). Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. *Poultry Science*, 86(10), 2245–2255. <https://doi.org/10.1093/ps/86.10.2245>
- FAO. (2020). Meat market review. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, December*, 1–13.
- Favretto, M. A. (2010). *Teorias sobre a origem das aves. January 2010*.
- Favretto, M. A. (2018). *Controvérsia em Relação à Origem das Aves. 1*(September 2018), 53–56.
- Feiner, G. (2006). Definitions of terms used in meat science and technology. *Meat Products Handbook*, 46–71. <https://doi.org/10.1533/9781845691721.1.46>
- Fletcher, D. L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2), 131–145. <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). Global plan of action for animal genetic resources and the Interlaken declaration. *World's Poultry Science Journal*, 286. http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0043933909000245
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019). *Fifteenth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. January*, 1–131.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Eleventh Session of the Intergovernmental Technical Working Group on Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. 6*(May), 1–34.
- Franco, D., Rois, D., Vázquez, J. A. & Lorenzo, J. M. (2012). Comparison of growth performance, carcass components, and meat quality between Mos rooster (Galician indigenous breed) and Sasso T-44 line slaughtered at 10 months. *Poultry Science*, 91(5), 1227–1239. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01942>
- Franco, D., Rois, D., Vázquez, J. A. & Lorenzo, J. M. (2013). Carcass morphology and meat quality from roosters slaughtered at eight months affected by genotype and finishing feeding. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 382–393. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3094>
- Franco, D., Rois, D., Vázquez, J. A., Purriños, L., González, R. & Lorenzo, J. M. (2012). Breed effect between Mos rooster (Galician indigenous breed) and Sasso T-44 line and finishing feed effect of commercial fodder or corn. *Poultry Science*, 91(2), 487–498. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01546>
- Franco, Daniel, Pateiro, M., Rois, D., Vázquez, J. A. & Lorenzo, J. M. (2016). Effects of caponization on growth performance, carcass and meat quality of Mos breed capons

- reared in free-range production system. *Annals of Animal Science*, 16(3), 909–929. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0009>
- Franzoni, A., Gariglio, M., Castillo, A., Soglia, D., Sartore, S., Buccioni, A., Mannelli, F., Cassandro, M., Cendron, F., Castellini, C., Mancinelli, A. C., Cerolini, S., Sayed, A. A., Iaffaldano, N., Di Iorio, M., Marzoni, M., Salvucci, S. & Schiavone, A. (2021). Overview of native chicken breeds in Italy: Small scale production and marketing. *Animals*, 11(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani11030629>
- Funaro, A., Cardenia, V., Petracci, M., Rimini, S., Rodriguez-Estrada, M. T. & Cavani, C. (2014). Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poultry Science*, 93(6), 1511–1522. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03486>
- Gálvez, F., Domínguez, R., Maggiolino, A., Pateiro, M., Carballo, J., De Palo, P., Barba, F. J. & Lorenzo, J. M. (2020). Meat Quality of Commercial Chickens Reared in Different Production Systems: Industrial, Range and Organic. *Annals of Animal Science*, 20(1), 263–285. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0067>
- Gaya, L. de G. & Ferraz, J. B. S. (2006). Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. *Ciência Rural*, 36(1), 349–356. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782006000100058>
- Gonzalez-Esquerria, R. & Leeson, S. (2000). Effects of menhaden oil and flaxseed in broiler diets on sensory quality and lipid composition of poultry meat. *British Poultry Science*, 41(4), 481–488. <https://doi.org/10.1080/713654967>
- Goutefongea, R. (1966). *Étude Comparative de Différentes Méthodes de Mesure du Pouvoir de Rétention d'eau de la Viande de Porc*. 15(3), 291–295. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-008866882>
- GPP. (2020). *Análise setorial carne de aves*. 1–25.
- Graner, C. A. F., Meira, D. R. & Mucciolo, P. (1975). Determinação do teor de fósforo em produtos cárneos, I. Método para dosagem do fósforo. In *Revista do Instituto Adolfo Lutz* (35(1-2):55). <https://doi.org/https://doi.org/10.53393/rial.1975.v35.37076>
- Hata, A., Nunome, M., Suwanasopee, T., Duengkae, P., Chaiwatana, S., Chamchumroon, W., Suzuki, T., Koonawootrittriron, S., Matsuda, Y. & Srikulnath, K. (2021). Origin and evolutionary history of domestic chickens inferred from a large population study of Thai red junglefowl and indigenous chickens. *Scientific Reports*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81589-7>
- He, F. J. & MacGregor, G. A. (2008). Beneficial effects of potassium on human health. *Physiologia Plantarum*, 133(4), 725–735. <https://doi.org/10.1111/J.1399-3054.2007.01033.X>
- Huff-Lonergan, E. & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>
- IBM Corporation. (2015). *IBM SPSS Statistics for Windows* (23.0).
- INE. (2022). *Consumo humano de carne (t) por tipo de carnes*. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCo d=0000210&contexto=bd&selTab=tab2

- INSA - Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. (2021). *Tabela de Composição de Alimentos*. <https://portfir-insa.min-saude.pt/#>
- Institute of Medicine. (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. In *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10026>
- Ismail, I. & Joo, S. T. (2017). Poultry meat quality in relation to muscle growth and muscle fiber characteristics. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(6), 873–883. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.873>
- Jaturasitha, S., Srikanthai, T., Kreuzer, M. & Wicke, M. (2008). Differences in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to Northern Thailand (Black-Boned and Thai native) and imported extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red). *Poultry Science*, 87(1), 160–169. <https://doi.org/10.3382/ps.2006-00398>
- Jayasena, D. D., Jung, S., Kim, H. J., Bae, Y. S., Yong, H. I., Lee, J. H., Kim, J. G. & Jo, C. (2013). Comparison of quality traits of meat from Korean native chickens and broilers used in two different traditional Korean cuisines. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(7), 1038–1046. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12684>
- Jung, S., Choe, J. H., Kim, B., Yun, H., Kruk, Z. A. & Jo, C. (2010). Effect of dietary mixture of gallic acid and linoleic acid on antioxidative potential and quality of breast meat from broilers. *Meat Science*, 86(2), 520–526. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.06.007>
- Kokoszyński, D., Żochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Sobczak, M., Piwczyński, D., Stęczny, K., Majrowska, M. & Saleh, M. (2022). Carcass characteristics and selected meat quality traits from commercial broiler chickens of different origin. *Animal Science Journal*, 93(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/asj.13709>
- Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M. & Hanžek, D. (2018). Quality of Chicken Meat. In B. Yucel (Ed.), *Animal Husbandry and Nutrition* (pp. 64–94). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72865>
- Küçükyılmaz, K., Bozkurt, M., Çatli, A. U., Herken, E. N., Çinar, M. & Bintaş, E. (2012). Chemical composition, fatty acid profile and colour of broiler meat as affected by organic and conventional rearing systems. *South African Journal of Animal Sciences*, 42(4), 360–368. <https://doi.org/10.4314/sajas.v42i4.4>
- Lawal, R. A. & Hanotte, O. (2021). Domestic chicken diversity: Origin, distribution, and adaptation. *Animal Genetics*, 52(4), 385–394. <https://doi.org/10.1111/age.13091>
- Li, J., Yang, C., Peng, H., Yin, H., Wang, Y., Hu, Y., Yu, C., Jiang, X., Du, H., Li, Q. & Liu, Y. (2020). Effects of slaughter age on muscle characteristics and meat quality traits of Da-Heng meat type birds. *Animals*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani10010069>
- Li, Y., Luo, C., Wang, J. & Guo, F. (2017). Effects of different raising systems on growth performance, carcass, and meat quality of medium-growing chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 326–330. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1190735>

- Listrat, A., Lebrete, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., Picard, B. & Bugeon, J. (2016). How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. *Scientific World Journal*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3182746>
- Lordelo, M., Cid, J., Cordovil, C. M. D. S., Alves, S. P., Bessa, R. J. B. & Carolino, I. (2020). A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*, 99(3), 1768–1776. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.023>
- Losada, D. R. (2015). *Caracterización da Raza Galiña de Mos* [Tese de Doutoramento, Repositório Institucional da Universidade de Santiago de Compostela]. <http://hdl.handle.net/10347/13918>
- Maares, M. & Haase, H. (2020). A Guide to Human Zinc Absorption: General Overview and Recent Advances of In Vitro Intestinal Models. *Nutrients*, 12(3), 762. <https://doi.org/10.3390/nu12030762>
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R. & Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 337–347. <https://doi.org/10.1079/pns2003248>
- Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L. & Poli, A. (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: An Italian consensus document. *Food and Nutrition Research*, 59, 1–11. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.27606>
- Martin, C. A., Almeida, V. V., Ruiz, M. R., Visentainer, J. E. L., Matshushita, M., Souza, N. E. & Visentainer, J. V. (2006). Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Revista de Nutrição*, 19(6), 761–770.
- Matarneh, S. K., England, E. M., Scheffler, T. L. & Gerrard, D. E. (2017). The Conversion of Muscle to Meat. In *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition* (pp. 159–185). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00005-4>
- Menezes, E. A., Oliveira, A. F., França, C. J., Souza, G. B. & Nogueira, A. R. A. (2018). Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Zn, and crude protein in beef, pork and chicken after thermal processing. *Food Chemistry*, 240(July 2017), 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.090>
- Miguel, J. A., Ciria, J., Asenjo, B. & Calvo, J. L. (2008). Effect of caponisation on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana Negra native Spanish chickens. *Animal*, 2(2), 305–311. <https://doi.org/10.1017/S1751731107001127>
- Miličević, D., Vranić, D., Mašić, Z., Parunović, N., Trbović, D., Nedeljković-Trailović, J. & Petrović, Z. (2014). The role of total fats, saturated/unsaturated fatty acids and cholesterol content in chicken meat as cardiovascular risk factors. *Lipids in Health and Disease*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-42>
- Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V. & Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 2997–3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
- Molee, W., Khosinklang, W., Tongduang, P., Thumanu, K., Yongsawatdigul, J. & Molee, A. (2022). Biomolecules, Fatty Acids, Meat Quality, and Growth Performance of Slow-Growing Chickens in an Organic Raising System. *Animals*, 12(5), 1–20.

<https://doi.org/10.3390/ani12050570>

- Morais, V. da S. R. (2019). *Parâmetros biométricos de ovos e reprodutivos de galináceos autóctones portugueses*.
- Moreira, N. X., Curi, R., Mancini, J. & Mancini-filho, J. (2002). *Ácidos graxos : uma revisão Fatty acids : a review*. 105–123.
- Muzolf-Panek, M. & Kaczmarek, A. (2021). Chemometric analysis of fatty acid composition of raw chicken, beef, and pork meat with plant extract addition during refrigerated storage. *Molecules*, 26(16). <https://doi.org/10.3390/molecules26164952>
- Nakamura, M. & Katoh, K. (1985). Influence of thawing methods on several properties of rabbit meat. *Bulletin of Ishikawa Prefecture College of Agriculture*, 11, 45–49.
- Nelson, D. L. & Cox, M. M. (2012). *Lehninger Principles of Biochemistry, 6th Edition* (L. Schults, S. Moran, M. Tontono, D. Clare, J. Britch, L. Neff, A. Michael, P. McCaffrey, J. O'neill, & T. Szczepanski (eds.)). W.H. Freeman and Company.
- Øverland, M., Borge, G. I., Vogt, G., Schøyen, H. F. & Skrede, A. (2011). Oxidative stability and sensory quality of meat from broiler chickens fed a bacterial meal produced on natural gas. *Poultry Science*, 90(1), 201–210. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00784>
- Özbek, M., Petek, M. & Ardlıll, S. (2020). Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow-and fast-growing broilers raised in different housing systems. *Archives Animal Breeding*, 63(2), 337–344. <https://doi.org/10.5194/aab-63-337-2020>
- Palma, S. F. (2017). *Transformação do músculo em carne, influência na qualidade da carne*.
- Pateiro, M., Rois, D., Lorenzo, J. M., Vazquez, J. A. & Franco, D. (2018). Effect of breed and finishing diet on growth performance, carcass and meat quality characteristics of Mos young hens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.5424/sjar/2018161-12391>
- Pellattiero, E., Tasoniero, G., Cullere, M., Gleeson, E., Baldan, G., Contiero, B. & Dalle Zotte, A. (2020). Are meat quality traits and sensory attributes in favor of slow-growing chickens? *Animals*, 10(6), 12–14. <https://doi.org/10.3390/ani10060960>
- Perini, J. Â. de L., Stevanato, F. B., Sargi, S. C., Visentainer, J. E. L., Dalalio, M. M. de O., Matshushita, M., de Souza, N. E. & Visentainer, J. V. (2010). Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Revista de Nutricao*, 23(6), 1075–1086. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000600013>
- Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F. & Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 71(2), 363–374. <https://doi.org/10.1017/S0043933915000367>
- Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E. & Estévez, M. (2019). Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(2), 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>
- Pinchasov, Y. & Nir, I. (1992). Effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition, and carcass fatty acid composition in broiler

- chickens. *Poultry Science*, 71(9), 1504–1512. <https://doi.org/10.3382/ps.0711504>
- Połtowicz, K. & Doktor, J. (2013). Macromineral concentration and technological properties of poultry meat depending on slaughter age of broiler chickens of uniform body weight. *Animal Science Papers and Reports*, 31(3), 249–259.
- Popova, T., Ignatova, M., Petkov, E. & Stanišić, N. (2016). Difference in fatty acid composition and related nutritional indices of meat between two lines of slow-growing chickens slaughtered at different ages. *Archives Animal Breeding*, 59(3), 319–327. <https://doi.org/10.5194/aab-59-319-2016>
- Prashanth, L., Kattapagari, K., Chitturi, R., Baddam, V. R. & Prasad, L. (2015). A review on role of essential trace elements in health and disease. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*, 4(2), 75. <https://doi.org/10.4103/2277-8632.158577>
- Puerta, B. H. (2019). *Efeito da suplementação da dieta de frangos contendo spirulina com enzimas exógenas sobre os índices zootécnicos e a qualidade da carne* [Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, Repositório Aberto da Universidade de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.5/17616>
- Qiao, M., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K. & Smith, D. P. (2002). The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science*, 81(3), 422–427. <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.422>
- Sager, M., Lucke, A., Ghareeb, K., Allymehr, M., Zebeli, Q. & Böhm, J. (2018). Dietary deoxynivalenol does not affect mineral element accumulation in breast and thigh muscles of broiler chicken. *Mycotoxin Research*, 34(2), 117–121. <https://doi.org/10.1007/s12550-017-0306-x>
- Sánchez García, L., de la Calle, B., Iglesias, A. & Sánchez, B. (2005). Utilización de estirpes autóctonas para la producción del Pollo Label. *Archivos de Zootecnia*, 54(206–207), 491–496.
- SanGiovanni, J. P. & Chew, E. Y. (2005). The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, 24(1), 87–138. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2004.06.002>
- Santos, H. M. M. L. M. (2019). *Valorização nutricional da carne de frangos alimentados com dietas contendo Arthrospira platensis e aditivadas com enzimas exógenas* [Tese de Mestrado, Repositório Aberto da Universidade de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.5/17513>
- Semwogerere, F., Neethling, J., Muchenje, V. & Hoffman, L. C. (2018). Effects of production systems on the carcass and meat quality characteristics of spent laying hens. *Poultry Science*, 97(6), 1990–1997. <https://doi.org/10.3382/ps/pey074>
- Semwogerere, Farouk, Neethling, J., Muchenje, V. & Hoffman, L. C. (2019). Meat quality, fatty acid profile, and sensory attributes of spent laying hens fed expeller press canola meal or a conventional diet. *Poultry Science*, 98(9), 3557–3570. <https://doi.org/10.3382/ps/pez092>
- Silva, L. A. L. da, Miranda, V. M. de M. C., Andrade, J. M. de M. & Santos, T. C. dos. (2021). Relação do ácido linoleico e alfa linolênico na alimentação de aves de postura: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(10), e11101018427. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18427>
- Simopoulos, A. P. (2000). Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, 79(7), 961–970. <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.961>

- Simopoulos, Artemis P. (2016). An increase in the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>
- Skalnaya, M. G. & Skalny, A. V. (2018). Essential trace elements in human health: a physician's view. In *Tomsk: Publishing House of Tomsk State University*.
- Soares, L. C. (2015). *Caracterização fenotípica e genotípica das raças autóctones de galináceos portugueses: Pedrês Portuguesa, Preta Lusitânica e Amarela* [Tese de Doutoramento, ICBAS - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Repositório Aberto da Universidade do Porto]. <https://hdl.handle.net/10216/83788>
- Soetan, K. O., Olaiya, C. O. & Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans , domestic animals and plants : A review. *African Journal of Food Science*, 4(May), 200–222.
- Souza-Soares, L. A. & Siewerdt, F. (2005). *Aves e ovos* (Universida).
- Stadig, L. M., Bas Rodenburg, T., Reubens, B., Aerts, J., Duquenne, B. & Tuytens, F. A. M. (2016). Effects of free-range access on production parameters and meat quality, composition and taste in slow-growing broiler chickens. *Poultry Science*, 95(12), 2971–2978. <https://doi.org/10.3382/ps/pew226>
- Straková, E., Suchý, P., Herzig, I., Hudečková, P. & Ivanko, Š. (2010). Variation in fatty acids in chicken meat as a result of a lupin-containing diet. *Czech Journal of Animal Science*, 55(2), 75–82. <https://doi.org/10.17221/105/2009-cjas>
- Swatland, H. J. (2008). How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. *Meat Science*, 80(2), 396–400. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.01.002>
- Tapiero, H. & Tew, K. D. (2003). Trace elements in human physiology and pathology: Zinc and metallothioneins. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 57(9), 399–411. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(03\)00081-7](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(03)00081-7)
- Tasoniero, G., Cullere, M., Baldan, G. & Dalle Zotte, A. (2018). Productive performances and carcass quality of male and female Italian Padovana and Polverara slow-growing chicken breeds. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 530–539. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1364611>
- Tougan, P. U., Dahouda, M., Salifou, C. F. A., Ahounou Ahounou, S. G., Kpodekon, M. T., Mensah, G. A., Thewis, A. & Abdou Karim, I. Y. (2013). Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3(8), 1–20.
- Turck, D., Bresson, J. L., Burlingame, B., Dean, T., Fairweather-Tait, S., Heinonen, M., Hirsch-Ernst, K. I., Mangelsdorf, I., McArdle, H., Neuhäuser-Berthold, M., Nowicka, G., Pentieva, K., Sanz, Y., Siani, A., Sjödin, A., Stern, M., Tomé, D., Van Loveren, H., Vinceti, M., ... Naska, A. (2016). Dietary reference values for potassium. *EFSA Journal*, 14(10). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4592>
- Ulbricht, T. L. . & Southgate, D. A. . (1991). Review article - Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, 338, 985–992.
- Vale, A. P., Santos, J., Brito, N. V., Peixoto, V., Carvalho, R., Rosa, E. & Oliveira, M. B. P. P. (2015). Light influence in the nutritional composition of Brassica oleracea sprouts. *Food Chemistry*, 178, 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.064>

- Van, D. N., Moula, N., Moyse, E., Duc, L. Do, Dinh, T. V. & Farnir, F. (2020). Productive performance and egg and meat quality of two indigenous poultry breeds in vietnam, ho and dong tao, fed on commercial feed. *Animals*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/ani10030408>
- Vargas-Ramella, M., Lorenzo, J. M., Rois, D., Arias, A., Justo, J. R., Pateiro, M., López-Pedrouso, M. & Franco, D. (2021). Effect of finishing diet on carcass characteristics and meat quality of mos cockerel. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.5424/sjar/2021191-16870>
- Wang, M. S., Thakur, M., Peng, M. S., Jiang, Y., Frantz, L. A. F., Li, M., Zhang, J. J., Wang, S., Peters, J., Otecko, N. O., Suwannapoom, C., Guo, X., Zheng, Z. Q., Esmailzadeh, A., Hirimuthugoda, N. Y., Ashari, H., Suladari, S., Zein, M. S. A., Kusza, S., ... Zhang, Y. P. (2020). 863 Genomes Reveal the Origin and Domestication of Chicken. *Cell Research*, 30(8), 693–701. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0349-y>
- Wattanachant, S., Benjakul, S. & Ledward, D. A. (2004). Composition, color, and texture of thai indigenous and broiler chicken muscles. *Poultry Science*, 83(1), 123–128. <https://doi.org/10.1093/ps/83.1.123>
- Wideman, N., O'Bryan, C. A. & Crandall, P. G. (2016). Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences - A review. *World's Poultry Science Journal*, 72(2), 353–366. <https://doi.org/10.1017/S0043933916000015>
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I. & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78(4), 343–358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019>
- Wood, Jeffrey D. (2017). Meat Composition and Nutritional Value. In *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition* (pp. 635–659). Woodhead Publishingb. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00020-0>
- World Health Organization. (2012a). Guideline: Potassium intake for adults and children. *Geneva*.
- World Health Organization. (2012b). Guideline: Sodium intake for adults and children. *World Health Organization*, 1–56.
- Zanetti, E., de Marchi, M., Dalvit, C., Molette, C., Remignon, H. & Cassandro, M. (2010). Carcase characteristics and qualitative meat traits of three Italian local chicken breeds. *British Poultry Science*, 51(5), 629–634. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.521142>
- Zhang, Y., Xun, P., Wang, R., Mao, L. & He, K. (2017). Can magnesium enhance exercise performance? *Nutrients*, 9(9), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu9090946>
- Zoroddu, M. A., Aaseth, J., Crisponi, G., Medici, S., Peana, M. & Nurchi, V. M. (2019). The essential metals for humans: a brief overview. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 195(November 2018), 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013>

7. ANEXOS



Article

Chemical Composition of the “Galo de Barcelos” (Barcelos Rooster Raw Meat)

Isabel Maria Afonso ^{1,2}, Susana Casal ³, Júlio César Lopes ¹, Jéssica Domingues ⁴, Ana Paula Vale ¹, Márcio Meira ⁴, Maria Conceição Marinho ⁴, Pedro Santos Vaz ⁵ and Nuno V. Brito ^{1,6,*}

¹ CISAS—Center for Research and Development in Agrifood Systems and Sustainability, Polytechnic Institute of Viana do Castelo, 4990-706 Refóios do Lima, Portugal; ifonso@esa.ipvc.pt (I.M.A.); juliocezar@esa.ipvc.pt (J.C.L.); anapaula@esa.ipvc.pt (A.P.V.)

² LEPAE—Laboratory for Process Engineering, Environment, Biotechnology and Energy, Faculty of Engineering, University of Porto, Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

³ LAQV/REQUIMTE/Faculty of Pharmacy, University of Porto, 4050-313 Porto, Portugal; susacasal@ff.up.pt

⁴ Agrarian Higher School, Polytechnic Institute of Viana do Castelo, 4990-706 Refóios do Lima, Portugal; jessicadomingues@ipvc.pt (J.D.); marciomeira@ipvc.pt (M.M.); mariasus@esa.ipvc.pt (M.C.M.)

⁵ Gastronomic Fraternity “O Galo de Barcelos”, 4750-783 Barcelos, Portugal; psantosvaz@gmail.com

⁶ TOXRUN—Toxicology Research Unit, University Institute of Health Sciences, CESPU, CRL, 4585-116 Gandra, Portugal

* Correspondence: nuno@esa.ipvc.pt; Tel: +351-961766287



Citation: Afonso, I.M.; Casal, S.; Lopes, J.C.; Domingues, J.; Vale, A.P.; Meira, M.; Marinho, M.C.; Vaz, P.S.; Brito, N.V. Chemical Composition of the “Galo de Barcelos” (Barcelos Rooster Raw Meat). *Animals* **2022**, *12*, 1556. <https://doi.org/10.3390/ani12121556>

Received: 18 April 2022

Accepted: 14 June 2022

Published: 16 June 2022

Publisher’s Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Simple Summary: The assessment of traditional products is important for the sustainability of agricultural systems and the preservation of a unique gastronomic heritage. The present study aims to determine the chemical composition of “Galo de Barcelos” (“Barcelos” Rooster) raw meat, used in the preparation of the typical Portuguese dish “Roasted Rooster from Barcelos”, in order to evaluate and protect this gastronomic and cultural tradition. The influence of the genotype on the final product was verified, concerning total protein, and fat contents, and a favorable ratio of n-6/n-3 fatty acids of the Sasso line was compared to the “Amarela” breed, contributing to the promotion of its gastronomic potential.

Abstract: Ten roosters produced according to “Barcelos Confraria” rules and ten roosters of autochthonous “Amarela” breed, reared on a similar traditional production system, were analyzed, and the chemical profile of two of the most significant meat portions, breast and drumstick, was determined. The results demonstrated that the “Barcelos” rooster raw meat is rich in proteins (22.3%) and fat (4.31%), particularly in monounsaturated fatty acids (39.1%). Significant differences ($p \leq 0.01$) were observed, with the breast having a higher protein content (25.1 vs. 19.7%) and less fat (1.9% vs. 6.7%), compared to the drumstick. The fatty acid profile revealed (SFA 30.0%, MUFA 39.1%, and PUFA 24.6%) a similar composition to the roosters reared in the traditional or organic production systems, such as the “Amarela” autochthonous rooster. The “Barcelos” rooster can be regarded as a highly nutritional meat, with an interesting chemical profile ensuring a high-quality traditional product to consumers.

Keywords: “Barcelos” rooster; chemical; meat quality; controlled production; genotype

1. Introduction

Meat is one of the most nutritious foods, and poultry meat is known for its nutritional quality as it contains a significant amount of high-quality proteins, is highly digestible, has a high content of vitamins and minerals, and has a low portion of saturated fat.

Chicken meat is highly recommended for all age groups, and its consumption has been privileged by consumers, causing a significant increase in its production [1,2]. In Portugal, in 2018, poultry meat consumption per capita (kg/inhabitant) was 42.8 kg/inhabitant/year, the second-most consumed meat, after pork (about 44.7 kg/inhabitant/year) [3].



Article

Carcass and Meat Quality Traits of Males and Females of the “Branca” Portuguese Autochthonous Chicken Breed

Márcio Meira ¹, Isabel M. Afonso ², Susana Casal ³, Júlio Cesar Lopes ², Jéssica Domingues ¹,
Virgínia Ribeiro ⁴, Rui Dantas ⁴, José V. Leite ⁴ and Nuno V. Brito ^{2,4,5,*}

- ¹ Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Rua Escola Industrial e Comercial de Nun'Álvares, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal
- ² CISA, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Rua Escola Industrial e Comercial de Nun'Álvares, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal
- ³ Requin—LAQV, Laboratório de Bromatologia e Hidrologia, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Rua de Jorge Viterbo Ferreira, 228, 4050-313 Porto, Portugal
- ⁴ AMIBA—Associação dos Criadores de Bovinos de Raça Barrosã, 4730-260 Vila Verde, Portugal
- ⁵ TOXRUN—Toxicology Research Unit, University Institute of Health Sciences, CESPU, CRL, 4585-116 Gandra, Portugal

* Correspondence: nuno.brito@esa.ipvc.pt; Tel.: +351-961766287



Citation: Meira, M.; Afonso, I.M.; Casal, S.; Lopes, J.C.; Domingues, J.; Ribeiro, V.; Dantas, R.; Leite, J.V.; Brito, N.V. Carcass and Meat Quality Traits of Males and Females of the “Branca” Portuguese Autochthonous Chicken Breed. *Animals* **2022**, *12*, 2640. <https://doi.org/10.3390/ani12192640>

Academic Editor: Alessandro Dal Bosco

Received: 14 September 2022

Accepted: 27 September 2022

Published: 30 September 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Simple Summary: Local breeds play a crucial role in the rural economies of many countries, as a considerable valuable genetic resource and, well adapted to the environment, their production can reduce the negative impact of intensive production systems. Portuguese chicken breeds are almost extinct, with the “Branca” population presenting the most worrying situation. Bred as a dual-purpose breed, the characterization of meat quality is fundamental to the conservation and promotion of this population, by increasing the value on these small-scale farms production. The carcass characteristics and meat quality of the “Branca” breed were evaluated, showing an interesting physicochemical profile, with good proportion of minerals, essential fatty acids (EFA) and n-3-PUFAs (docosapentanoic (C22:5n-3, DPA), and docosahexaenoic (C22:6n-3, DHA) acids), ensuring that consumers receive a highly nutritional and differentiated product.

Abstract: The “Branca” breed is a dual-purpose Portuguese autochthonous chicken breed, produced in extensive systems and in small flocks, especially in the Entre Douro and Minho regions. A total of 40 birds ($n = 20/\text{sex}$) were slaughtered between 38 and 42 weeks (males) and 110 and 120 weeks (females), and carcass and meat quality parameters were evaluated. The results showed significantly higher weights and differences for males between sexes and pieces ($p \leq 0.05$) in the meat physicochemical composition. Water holding capacity (WRC), moisture and ash contents were influenced by sex. They were higher in males in the breast and drumstick and lightness (L^*) and lipid content were higher in females ($p \leq 0.05$). The breast meat presented greater lightness, moisture, ash and protein contents, while the drumstick showed a higher pH value, redness (a^*) and lipid content, in both sexes ($p \leq 0.05$). Regarding the nutritional properties, “Branca” meat revealed a good proportion of minerals and the female meat showed, in both pieces ($p \leq 0.05$), significantly lower values for total saturated fatty acids (SFAs) and higher values for monounsaturated fatty acids (MUFAs). Breast meat was richer in n-3-PUFAs (C22:5n-3 and C22:6n-3) in both sexes ($p \leq 0.05$). Considering the results obtained, it can be concluded that “Branca” breed meat is a healthy food characterized by a good general nutritional profile.

Keywords: poultry; local breeds; carcass yield; mineral composition; fatty acids

1. Introduction

The use of chicken hybrids with high-performing productivity in intensive poultry farming constitutes a serious risk to the adaptation to global warming, to emerging diseases