

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

**Estudo das características físico-químicas do músculo  
longíssimos dorsi de suíno: raça/genótipo industrial versus  
raça Alentejana**

**Celso Ximenes**

Orientador(es) / José Alberto Feijão Macedo Neves

Évora 2020

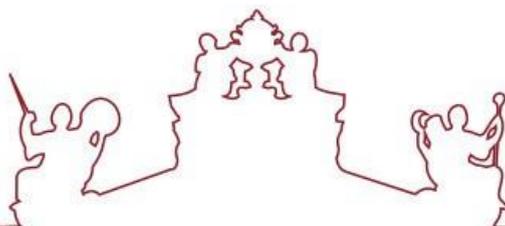
---

---

---

---

---



**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

**Estudo das características físico-químicas do músculo longíssimos dorsi de suíno: raça/genótipo industrial versus raça Alentejana**

**Celso Ximenes**

Orientador(es) / José Alberto Feijão Macedo Neves

Évora 2020

---

---

---

---

---



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

- Presidente | Fernando Paulo de Sousa e Sá Correia Marques (Universidade de Évora)
- Vogal | José Manuel Mota Ruivo Martins (Universidade de Évora)
- Vogal-orientador | José Alberto Feijão Macedo Neves (Universidade de Évora)

## **Dedicatória**

**O meu pai Constantino Ximenes  
À minha mãe Adriana da Costa Ferreira**

**À minha esposa, Salustiana S. Araújo e à minha filha Tessalónica Cesaxia  
Araújo Ximenes, pelo apoio moral e sempre me motivada durante  
ausência por longo tempo até finalizar deste mestrado.**

## Agradecimentos

Antes de terminar o presente trabalho gostaria de expressar os meus agradecimentos a todos aqueles que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram as suas ideias e apoios na realização deste trabalho para este trabalho e em particular.

A Deus, primeiro lugar que ilumine meu caminho e me dê forças para superar todos os obstáculos encontrados durante a minha vida. Assim consegui terminar o processo elaboração a dissertação de mestrado com título “Estudo das características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* de suíno: raça/genótipo industrial versus raça Alentejana”.

Ao Professor Doutor José Alberto Feijão Macedo Neves, pela sua disponibilidade, paciência, confiança e pelo ensinamento e transmitido ao longo este trabalho e principalmente pela sua amizade.

Ao Professor Doutor José Manuel Mota Ruivo Martins, pela sua disponibilidade, paciência e ajuda na realização analisa estatística por facilitar utilizar software SPSS.

Um agradece especial para à Engenheira Graça Machado e à Margarida Romão pela disponibilidade, ajuda e paciências no laboratório de Nutrição e Metabolismo da Universidade de Évora com todos os materiais e equipamentos utilizados.

Aos meus amigos, Abílio e Marta, pela amizade, pela ajuda e motivar no momento difíceis ao longo de todo na realização este trabalho no laboratório.

Ao Governo Constitucional do Timor-Leste, através Ministro do Ensino Superior, Ciências e Cultura de Timor Leste, pelo apoio bolsa estudo que permitido a realizar o curso Mestrado em Portugal.

As minhas famílias, pela paciência e suporta durante ausência por longo tempo.

Aos colegas Timorense em Évora e outras universidades em Portugal, pela amizade e coragem.

Aos colegas MEZ no ano letivo 2017, pela ajuda e coragem durante realização este curso.

## Índice

Dedicatória .....	i
Agradecimentos .....	ii
Índice.....	iii
Índice de figuras .....	v
Índice Quadro.....	vi
Lista de abreviaturas .....	vii
Resumo.....	viii
Abstract.....	ix
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	3
2.1 Breve descrição do suíno em Portugal .....	3
2.2. Raça Alentejana .....	4
2.3. Raça Industrial .....	5
2.3.1. Landrace .....	6
2.3.2. Duroc .....	6
2.3.3. Large White.....	7
2.3.4. Pietrain.....	8
2.4. Características Raça Alentejana .....	9
2.5. Características Raça Industrial.....	11
2.5.1. Landrace .....	11
2.5.2. Duroc .....	11
2.5.3. Large White.....	12
2.5.4. Pietrain.....	12
2.6. Sistema Produção .....	13
2.6.1. Sistema Produção do porco Alentejano .....	13
2.6.2. Sistema de produção do porco industrial .....	15
2.7. Características físico-químicas da carne.....	19
2.7.1. Capacidade de retenção de água (CRA) .....	19
2.7.2. Cor .....	20
2.7.3. pH .....	21
2.7.4. Pigmentos totais.....	23
2.7.5. Humidade.....	24

2.7.6. Colagénio Total e Solúvel .....	25
2.7.7. Lípidos Neutros e polares .....	26
3. Materiais e Métodos .....	28
3.2. Amostragem .....	28
3.3. Procedimentos .....	28
3.2.1 Parâmetros físicos .....	28
3.2.1.1 Determinação capacidade de retenção de água (CRA) .....	28
3.2.1.2 Determinação Cor .....	29
3.2.1.3 Determinação pH .....	30
3.2.2 Parâmetros químicos .....	30
3.2.2.1 Determinação dos pigmentos totais .....	30
3.2.2.2 Determinação Humidade .....	30
3.2.2.3 Determinação do colagénio total e solúvel.....	31
3.2.2.4 Lípidos intramusculares (lípidos neutros e polares) .....	33
3.4. Análise estatística .....	33
4. Resultados e Discussão .....	34
4.1 Características química da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana.....	34
4.2 Características física da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana.....	39
5. Conclusões.....	42
6. Bibliografia.....	43

## Índice de figuras

Figura: 1 Porco Alentejano .....	5
Figura: 2 Porco Landrace .....	6
Figura: 3 Porco Duroc .....	7
Figura: 4 Porco Large White.....	8
Figura: 5 Porco Pietrain.....	8
Figura: 6 Espaço de cor <i>CIELAB</i> .....	29

## Índice Quadro

Quadro 1. Composição química da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana.....	35
Quadro 2. Características tecnológicas e cor da carne de porco industrial e de raça Alentejana.....	39

## Lista de abreviaturas

ACPA	= Associação de Criadores de Porco Alentejano
ANCPA	= Associação Nacional dos Criadores de Porco Alentejano
BF	= <i>Biceps femoris</i>
CRA	= Capacidade de retenção de água
CS	= Colagénio Solúvel
CT	= Colagénio Total
DFD	= Escura, firme e seca ( <i>dark, firm and dry</i> )
DOP's	= Denominação de Origem Protegida
FAO	= <i>Food and Agriculture Organization</i>
GSD	= Gordura subcutânea dorsal
GSP	= Gordura subcutânea da perna
IACA	= Associação Portuguesa dos Industriais de Alimentos Compostos para Animais
IGP's	= Indicação Geográfica Protegida
IMF	= Gordura intramuscular ( <i>intramuscular fat</i> )
INE	= Instituto Nacional de Estatística
INIAP	= Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas
LD	= <i>Longissimus dorsi</i>
LN	= Lípidos Neutros
LP	= Lípidos Polares
LR	= Landrace
LW	= Large White
MUFA	= Ácidos gordos monoinsaturados ( <i>monounsaturated fatty acids</i> )
NP	= Norma Portuguesa
pH	= Potencial hidrogeniónico
PSE	= Pálida, macia e exsudativa ( <i>pale, soft and exsudative</i> )
PT	= Pigmento totais
PUFA	= Ácidos gordos poli-insaturados ( <i>“polynsaturated fatty acids”</i> )
SM	= <i>Semimembranosus</i>
UNIAPRA	= União das Associações de Criadores do Porco de Raça Alentejana

## Resumo

### **Estudo das características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* de suíno: raça/genótipo industrial versus raça Alentejana.**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças ao nível das características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* entre a carne de porco industrial e a carne do porco de raça Alentejana.

As amostras utilizadas neste estudo foram obtidas em mercados em Évora. Das amostras de porco industrial desconhece-se o genótipo (cruzamento) e regime alimentar a idade e peso de abate deverão ser os utilizados no abate comercial cerca de 6 meses de idade e 90 - 100 kg PV. As amostras de porco de raça Alentejana são provenientes de animais registados, cujo sistema de produção típico é conhecido (idade cerca de 14 meses e peso de abate cerca de 120 kg PV), mas sem conhecer alimentação em concreto.

Foi avaliada a composição química do músculo *Longissimus dorsi* que mostrou diferenças significativas em todas as variáveis estudadas exceto nos teores de colagénio total e de colagénio solúvel. No que diz respeito às características físicas da carne de porco industrial e de raça Alentejana foram registadas diferenças significativas relativamente aos parâmetros de cor L\*, b\* e tono (ângulo de tono). Relativamente aos valores de a\*, croma e saturação não foram registadas diferenças significativas, apesar do porco de raça Alentejana ter registado um valor superior do valor de a\*. Verificou-se que os valores de croma são semelhantes, enquanto que o valor de saturação é superior no porco de raça Alentejana (cor vermelha mais intensa). Este estudo sugere que a carne do porco de raça Alentejana relativamente à de raça industrial será mais suculenta com uma textura tendencialmente mais branda e uma cor mais vermelha.

**Palavras chave:** características físico-químicas, carne, *Longissimus dorsi*, suíno industrial, suíno raça Alentejana.

## Abstract

### **Study of the physicochemical characteristics of swine *Longissimus dorsi* muscle: industrial versus Alentejo breed.**

The present study aims to evaluate the differences of the physicochemical characteristics of the *Longissimus dorsi* muscle from industrial and Alentejano pig breeds

The samples used in this study were obtained in markets in Évora. Samples from industrial pig breed come from unknown genotype (cross-breed), feeding regime, age and slaughter weight (usually commercial slaughter weights are about 90 - 100 kg LW for 6 months of age). Samples from Alentejano pig breed come from registered animals, whose typical production system is known (age about 14 months and slaughter weight about 120 kg LW), but unknown feeding regime.

The chemical composition of the *Longissimus dorsi* muscle showed significant differences in all variables studied except for the contents of total collagen and soluble collagen. With regard to the physical characteristics of industrial pigs and Alentejano breed, significant differences were observed in relation to the color parameters L\*, b\* and Hue angle. Regarding the values of a\*, chroma and saturation, no significant differences were registered, although the Alentejo pig showed a higher value of a\*. It was found that chroma values are similar, while the saturation value is higher in Alentejano pig (red color more intense). This study suggests that the meat of the Alentejano pig compared to that of the industrial genotypes will be more succulent with a tendency to be softer and a redder color.

**Keywords:** physicochemical characteristics, meat, *Longissimus dorsi*, industrial pig, Alentejano breed pig.

## 1. Introdução

A qualidade dos alimentos pode fornecer vários significados aos consumidores. A carne de porco é uma carne rica em nutrientes essenciais, uma fonte de vitaminas e minerais e tem um sabor e suavidade muito diferentes (Sarcinelli *et al.*, 2007). De acordo com Kauffman *et al.* (1992) citado por Meliciano (2001), a carne de porco é erradamente olhada como uma carne gorda e pouco saudável, pelo que, na década de 50, os produtores tentaram instituir um programa de seleção que reduzisse o teor de gordura. No entanto de acordo com INE (2014) e IACA (2013) citado por Carvalho (2015) a carne de porco é um dos alimentos mais consumidos no mundo, representando em 2012, 43,3% da total carne consumida em todo o mundo, 45,9% na União Europeia e 39,8% em Portugal. Segundo a FAO (2016) a procura por carne de suíno tem vindo a aumentar mundialmente, sendo esta a mais consumida, correspondendo a 12,28 Kg per capita em 2017 (OECD-FAO, 2018).

De acordo com o Paredia *et al.* (2013) o consumo de carne tem sido uma parte importante da cultura humana desde a época da formação de civilizações antigas e pode-se dizer que o consumo de carne pode determinar e influenciar não apenas a economia local, mas também a cultural. O consumo de carne de porco em todo o mundo, que é muito importante, foi associada a doença cardiovascular devido ao aumento dos níveis lipídicos e do colesterol presente (Bragagnolo e Rodriguez-Amaya, 2002).

A qualidade da carne é fundamental para a valorização do produto. Porém, a sua definição é uma tarefa difícil, uma vez que existem diversos fatores influenciadores relacionados com o animal (genética, idade, sexo) e também com a sua produção e transformação até à fase final do produto para consumo. Este atributo varia entre os mercados mundiais, bem como está dependente do nível de formação e informação dos consumidores, sendo a qualidade da carne uma das principais preocupações para os consumidores mais exigentes (Bridi & Abércio, 2016; Sarcinelli *et al.*, 2007). A qualidade da carne depende de vários aspetos do genótipo, sistemas de produção, dieta, condições de pré-corte, carcaça e processamento de carne que estão inter-relacionados (Lebret, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as diferenças, ao nível das características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi* de suíno: raça/genótipo, entre a carne de porco industrial apresentada no mercado e a carne do porco de raça Alentejana. Para o estudo foi analisado o músculo *Longissimus dorsi*.

## 2. Revisão Bibliográfica

Considerando o objetivo deste trabalho. A revisão de literatura relacionada com os temas das características físico-químicas do músculo *longíssimus dorsi* de suíno: raça/genótipo industrial versus raça Alentejana.

### 2.1. Breve descrição do suíno em Portugal

A década de 50, a produção suína em Portugal era basicamente feita como complemento às atividades agrícolas, e baseava-se somente na exploração de duas raças autóctones: a raça Bísara e a raça Alentejana (Fernandes, Freitas & Cancela d' Abreu, 2008). De acordo com Freitas (1998), citado por Fernandes *et al.* (2008), desde os anos 50 e até o início dos anos 90, assistiu-se por um lado, à diminuição dos efetivos de porco Alentejano e ao abandono do sistema de montanheira e, por outro lado, à evolução da suinicultura intensiva baseada na utilização de raças de carne, na utilização massiva de alimentos compostos e no avultado investimento em instalações.

Por outro lado, as explorações europeias de suínos, baseadas no melhoramento genético dos animais, passam por um processo de reestruturação para alcançar um aumento de produtividade (Casabianca, 1996).

A alteração dos hábitos alimentares, o aparecimento da Peste Suína Africana e o reduzido interesse da indústria de salsicharia, conjuntamente com o êxodo rural e a mecanização da agricultura, foram determinantes para a diminuição dramática dos efetivos e o abandono de vastas áreas de montado até aos anos 80 (Frazão, 1984, Nunes, 1993, Fernandes *et al.*, 2008).

De acordo com Fernandes *et al.* (2008) explicaram a partir de 1990 a fileira produtiva do porco Alentejano passou por profundas alterações. Para salvaguardar os efetivos ainda existentes e evitar a extinção da raça foram concedidos apoios financeiros a esta raça autóctone, que também abrangeram a recuperação dos montados e a reintrodução do porco de montanheira. Os produtores organizaram-se na Associação de Criadores de Porco Alentejano (ACPA) e na Associação Nacional dos Criadores de Porco Alentejano (ANCPA) e estas uniram-se, em 1992, na União das Associações de Criadores do Porco de Raça Alentejana (UNIAPRA), que ficou responsável pela gestão do Livro

Genealógico da Raça Suína Alentejana (Franco, 2011). Mudanças das políticas agrícolas da União Europeia e o aparecimento de proteções, através de Denominação de Origem Protegida (DOP's) e Indicação Geográfica Protegida (IGP's) para os produtos de qualidade certificados, com origem nestes animais (como por exemplo o presunto de Barrancos DOP) proporcionaram também uma relação de confiança entre a fileira de produção e os consumidores que favoreceu o crescimento deste segmento específico de mercado (Charneca, 2010). A existência de um segmento de mercado mais qualificado, em expansão, possibilitou o desenvolvimento do setor da transformação, com a abertura de novas unidades industriais para a produção de presuntos e enchidos. Portanto estas alterações permitiram que a produção extensiva de carne de porco do Alentejo deixasse de ser uma atividade incerta, visando o mercado das matanças caseiras e dos leitões para passar, a ser organizada e orientada para a produção de carne e de produtos processados de alta qualidade (Fernandes, *et al.*, 2008).

## 2.2. Raça Alentejana

Os porcos Alentejanos têm origem no porco ibérico, cuja solar é a região do sul da Península Ibérica, incluindo o Alentejo.

A constituição genética vem de *Sus* mediterrâneos, o javali do Sul. Fatores como os muito anos de adaptação ao meio ambiente oferecidos pelas florestas mediterrânicas, domesticação, cultura e hábitos alimentares das populações do sul da Península Ibérica, moldaram o porco Alentejano que chegou aos nossos dias (Silva, 2003).

No entanto a raça Alentejana, juntamente com outras raças de suínos autóctones de vários países da orla mediterrânica tais como: Ibérica (Espanha), Casertana, Cinta Senese, Calabrese (Itália) é, geralmente, explorada em sistemas de produção muito diferentes dos utilizados na produção intensiva de suínos “normalizada” que é responsável pela produção da maior parte da carne e produtos transformados para os consumidores europeus (Charneca, 2010).

A raça suína Alentejana é uma das raças autóctones existente no país. O seu solar estende-se por todo o Alentejo sendo explorada atualmente em pequenos núcleos dispersos, cujo efetivo puro atual é bastante reduzido face à

sua posição no contexto suinícola nacional (Reis, 1995).

A raça de porcos Alentejana foi muito importante na produção, comércio e industrialização da carne de porco em Portugal até meados dos anos cinquenta do século passado. No entanto, a partir dos anos 50 até os anos 90, esse tipo de raça diminuiu drasticamente (figura 1) (Freitas *et al.*, 2006).



Figura: 1 Porco Alentejano

Fonte: <http://www.porcoalentejano.com/index.php?modulo=pagina33>

### 2.3. Raça Industrial

Os resultados de carcaça e o melhoramento genético de suínos tomaram a atenção da indústria e da comunidade científica. O estudo das diferenças genéticas entre pais tornou-se uma ferramenta valiosa em programas de melhoramento, a partir dos quais combinações híbridas permitem maiores possibilidades de maior recuperação genotípica em gerações futuras (Henning, 2007 citado por Goulart, 2013).

Dos porcos “raças estrangeiras” produzidas em Portugal, podemos destacar Landrace, Duroc, Large White, Hampshire, Wessex, Pietrain e Berkshire. Os porcos são, maioritariamente, criados em sistema intensivos, a partir de raças puras ou híbridas destas, produzidos pelas empresas de seleção que atuam a nível mundial. Diversas linhas de Large White e Pietrain assumem lugar de destaque na suinicultura portuguesa como consequência das suas características padrão (INIAP, 2004 citado por Goulart, 2013).

### 2.3.1. Landrace

A raça Landrace teve sua origem na Dinamarca, esta raça foi desenvolvida através do cruzamento do porco nativo com Large White. Esta raça foi melhorada através cruzamento ao longo dos anos, sob apertado controle do governo. Sua criação visava a produção de toucinho e um animal adaptado para sistemas agrícolas intensivos. Atualmente, é a segunda raça mais popular de suínos e com aptidão predominante da raça para produção de carne, é de resto uma raça que permite alcançar um alto nível de rendimento (figura 2) (Razquín, 1975, Taylor *et al.*, 2005b).

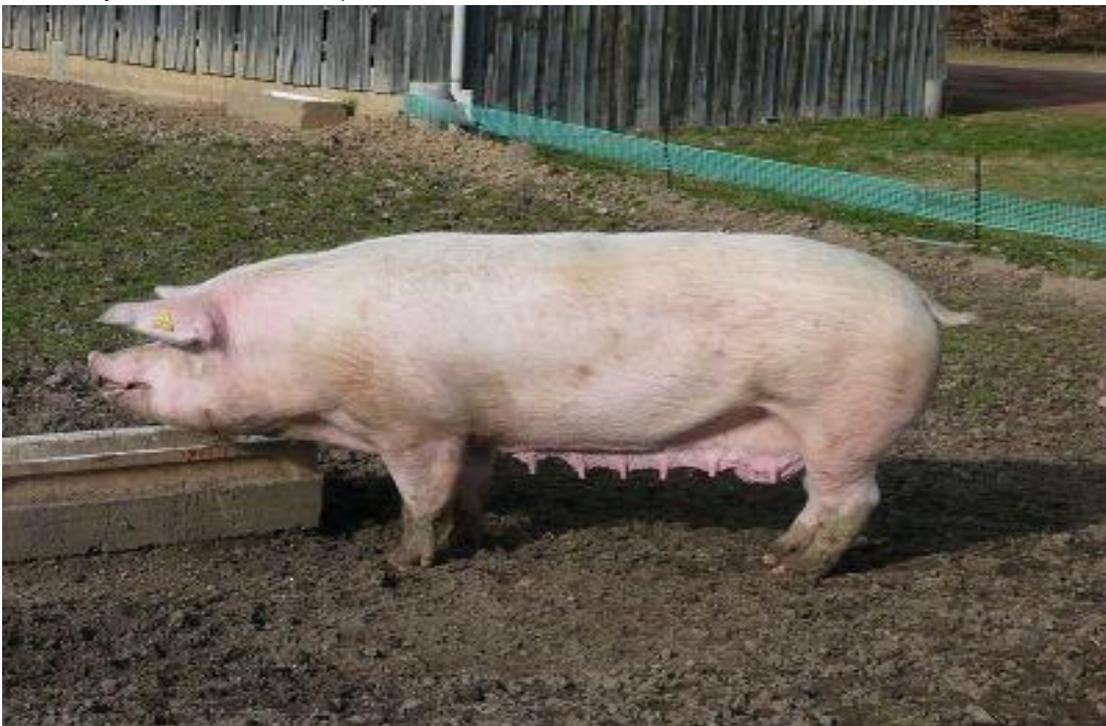


Figura: 2 Porco Landrace

Fonte: <https://www.infoescola.com/animais/suino-landrace/>

### 2.3.2. Duroc

Duroc é um tipo de porco desenvolvido nos Estados Unidos, com o objetivo de obter carne com maiores níveis de gordura intramuscular do que aqueles obtidos por outros tipos (Barton-Gade, 1988 citado por Catela, 2013) e consequentemente melhora a qualidade sensorial (Cameron, Warriss, Porter & Enser, 1990 citado por Catela, 2013). Curiosamente no continente americano não existiam porcos assim com não existiam cavalos, e estas duas

espécies chegaram até lá levadas pelas caravelas Portuguesas e espanholas durante a época dos descobrimentos (figura 3) (Reis, 1995).



Figura: 3 Porco Duroc

Fonte: <https://www.infoescola.com/animais/suino-duroc/>

### 2.3.3. Large White

Esta raça tem origem no Reino Unido e consegue alcançar rendimentos de carne de até 80%. A raça Large White foi projetada para criar animais longos, profundos e largos. É muito produtiva e precoce em termos de reprodução (Razquín, 1975).

A raça Large White foi desenvolvida em meados de 1700, na Inglaterra, através de cruzamentos entre raças de animais chinesa de Cantão e a raça Yorkshire. Desde então, foi a espécie mais utilizada em todos os países produtores de suínos (Taylor *et al.*, 2005a). Por outro lado, outros autores diziam que os inúmeros cruzamentos realizados entre as diferentes raças britânicas com porcos chineses e napolitanos que foram importados entre 1770 e 1900, deram origem à raça (figura 4) (Reis, 1995).



Figura: 4 Porco Large White

Fonte: <https://www.infoescola.com/animais/suino-large-white/>

#### 2.3.4. Pietrain

Pietrain é uma raça suína com origem na Bélgica, e que até 1950 foi uma corrida quase desconhecida na Europa e deve o seu nome à pequena vila de Pietrain na província de Brabant Wallon, situada a cerca de 40 km de Bruxelas (Reis, 1995, Meldau, 2019b). É uma raça que não foi totalmente reparada porque explica os vários tipos que existem (figura 5) (Razquín, 1975).



Figura: 5 Porco Pietrain

Fonte: <https://www.infoescola.com/animais/suino-pietrain/>

## 2.4. Características Raça Alentejana

O Porco Alentejano tem como características básicas a sua grande rusticidade, boa adaptação às condições em que está localizado, e alta capacidade de usar e melhorar os recursos naturais como as ervas dos pousios e das pastagens, os restolhos dos cereais e, sobretudo, os frutos e as pastagens dos montados de azinho e sobro (Freitas, 2011).

A raça Alentejana caracteriza-se pela sua forte natureza, que garante uma excelente adaptação ao sistema de montanha. Estes porcos são animais de crescimento lento, caracterizados por depósitos de gordura subcutânea e infiltração de gordura intramuscular (Silva, 2015). O crescimento em montanha é benéfico para esta espécie, pela dieta em bolota, lande e erva, esta criação leva também a que o animal se exercite para procurar alimento, o que leva à oxigenação dos músculos e deposição de gordura intramuscular (Grave, 2015).

De acordo com a ACPA (2019) a raça Alentejana apresenta as características gerais seguintes: Corpulência médio-pequena, esqueleto aligeirado, grande rusticidade e temperamento vivo; Pele preta ardósia, com cerdas raras, finas, de cor preta ou ruiva; A cabeça é comprida e fina de ângulo frontonasal pouco acentuado, orelhas pequenas e finas, de forma triangular, dirigidas para a frente e com a ponta ligeiramente lançada para fora; Pescoço de comprimento médio e musculado; Tronco com região dorso lombar pouco arqueada, garupa comprida e oblíqua, ventre descaído, cauda fina de média inserção e terminada com um tufo de cerdas; Membros de comprimento médio, delgados e bem aprumados, terminando por pés pequenos e de unha rija, apresentam andamentos ágeis e elásticos; Características sexuais-Macho com testículos bem salientes e medianamente volumosos. Fêmea com mamilos em número não inferior a cinco de cada lado; Peso médio dos reprodutores - fêmeas 120 a 140 kg peso vivo, machos 140 a 160 kg peso vivo (Reis, 1995). Dentro da raça Alentejana temos quatro variedades distintas:

a. Lampinha

Caracteriza-se por ter cerdas curtas, finas e escassas na superfície do corpo. Pele delgada e de cor negra. Morfologicamente apresenta uma cabeça bem proporcionada ao desenvolvimento do corpo, com ângulo frontonasal pouco pronunciado, orelhas de tamanho médio, dirigidas quase horizontalmente para a frente ou um pouco caídas, mas sem dificultar a vista no pastoreio. Papada pronunciada especialmente nos animais de engorda, apresentando ainda um abdómen de desenvolvido proporcionado, geralmente descaído em especial nos animais acabados (engorda).

b. Ervideira

Animais de cor ruivos /acastanhados, com cabeça e orelhas sensivelmente mais pequenas do que a variedade negra, pescoço largo, não apresentando pregas na pele. Abdómen menos volumoso, com linha dorso-lombar próxima de retilínea ou ligeiramente arqueada em função do tórax, com costelas menos arqueadas relativamente às outras variedades.

c. Caldeira

Animais de cor preta, com cabeça e orelhas de tamanho médio, sendo estas últimas ligeiramente dirigidas para a frente, pescoço bem unido à cabeça, apresentando ou não papada pouco desenvolvida. Tórax com costelas arqueadas, dorso e lombo retos, bastante musculados. Extremidades finas que proporcionam marcha firme sem claudicações. É uma variedade mais prolífica e com melhor velocidade de crescimento.

d. Mamilada

Os animais caracterizam-se pela cor da pele cinzenta ardósia ou ruiva, com cerdas pretas ou ruivas, curtas finas e escassas em toda a superfície do corpo, com cabeça e orelhas de tamanho médio, dirigidas para frente e com as pontas triangulares viradas ligeiramente para cima, ângulo frontonasal pronunciado e focinho pontiagudo, pescoço bem ligado ao corpo e por vezes com pregas na pele, papada pouco pronunciada e com mamilos uni ou bilateral (característica da variedade), tórax com costelas arqueadas e musculadas e abdómen com desenvolvimento normal, região dorsal retilínea

e lombo descaído com inserção média-baixa da cauda, membros com extremidades finas e unhas pretas e rijas. Temperamento vivaço, verdadeiros trepadores, dado que são muito equilibrados de aprumos, podendo percorrer longas distâncias em terrenos acidentados e zonas de serra. O varrasco manifesta “bondade reprodutiva” em relação às outras variedades, quando acasalado com porcas reprodutoras não mamiladas (ACPA 2019).

## 2.5. Características Raça Industrial

### 2.5.1. Landrace

Os suínos de raça Landrace caracterizam-se por cabeça fina, perfil ligeiramente côncavo e de comprimento médio, ultimando com um focinho afilado. O pescoço é harmoniosamente ligado às espáduas e as orelhas são descaídas, aproximando-se do plano mediano do porco nas suas extremidades. Tronco com espádua muito delgada e bem unida, peito estreito e cilíndrico, o corpo adquire uma forma fusiforme. Os mamilos são pelo menos 6 de cada lado e colocados regularmente, tanto em porcas como em varrascos. Membros finos, mas sólidos, mostrando bons aprumos (Reis, 1995). O presunto é normalmente bem desenvolvido, tendo uma aparência espessa e globosa. A cauda é inserida no prolongamento da linha da espádua. Este porco é identificado pela cor branca e ausência de pigmentação escura. As suas cerdas são finas e sem redemoinhos (Teixeira & Pombas, 1976).

### 2.5.2. Duroc

A sua principal característica é a pelagem vermelha uniforme, de preferência cereja brilhante. Cores creme, castanho e violeta são indesejáveis. Os pêlos são lisos, cobrem bem a superfície corporal, no entanto, não devem ser excessivamente abundantes nem frisados. A cabeça é de tamanho médio, sua face é levemente escavada, no entanto, espécimes de perfis sub-côncavos são comuns. Os olhos são vivos, brilhantes e salientes, O pescoço é curto, o corpo deve ser grande, maciço, comprido, profundo, uniforme, moderadamente largo e deve apresentar simetria. O peito é largo, o tórax é amplo e profundo,

possuindo costelas bem arqueadas, as espáduas são moderadamente largas, o dorso e o lombo são musculosos (Meldau, 2019a). Apresenta testículos globosos, não volumosos, bem aderentes ao períneo, escroto de pele vermelha, prepúcio aderente com poucos pêlos ruiva claro, mucosa da vulva de cor rosada acentuada, mamilos em número não inferior a 6 em cada lado, bem distanciados. Mamilos pigmentados cor de ardósia mais ou menos acentuada (Reis, 1995).

### 2.5.3. Large White

Principais características dos suínos Large White são as seguintes: pelagem branca, orelhas curtas e eretas, perfil cefálico, linha dorso- lombar reta, boa morfologia dos terços anteriores e posteriores, bons aprumos e membros curtos e grande perímetro torácico (Lovatto, 1996, citado por Goulart, 2013). Presunto desenvolvido e bem descido, bons aprumos, extremidades fortes e largas, mamilos, em número de 7 de cada lado, no mínimo regularmente espaçados (Teixeira & Pombas, 1976). Portanto esta raça apresenta a cabeça moderadamente longa, com rosto ligeiramente côncavo e as orelhas são repicadas (Taylor, *et al.*, 2005a).

### 2.5.4. Pietrain

A raça suína Pietrain apresenta como características principais a pelagem branca despigmentada com manchas pretas ou vermelhas pigmentadas, os orelhas tipo Asiáticas, perfil fronto nasal retilíneo ou subcôncavo, excepcional desenvolvimento no terço anterior (Lovatto, 1996 citado por Goulart, 2013). No entanto cabeça ligeira, fina, de medio comprimento, pescoço harmoniosamente ligado à cabeça e ao tronco, membros de medio comprimento, retilíneos, com articulações nítidas, testículos globosos, mamilos não inferiores a 6 em cada lado, regularmente distanciados, bem pronunciados e salientes (Reis, 1995).

## 2.6. Sistema Produção

### 2.6.1. Sistema Produção do porco Alentejano

A produção do suíno Alentejano e Ibérico está fortemente associada ao ecossistema mediterrânico. É um caso raro, na suinicultura mundial, em que o suíno colabora claramente na protecção do ecossistema (Daza *et al.*, 2008).

Desde tempos remotos que o porco Alentejano é explorado em regime extensivo, fazendo parte e perfeitamente integrado num sistema agro-silvo-pastoril bem definido, onde a montanha – engorda muito acentuado intensiva dos animais nos montados de azinho e sobro, durante os três ou quatro meses que decorrem entre o final de outubro, princípios de novembro, a fins de fevereiro, resultando em grande aumento de peso vivo - representava o elemento estratégico do sistema de produção (Fernandes *et al.*, 2008). A pastagem constituía o principal recurso alimentar das porcas e somente nas épocas mais críticas recorria-se à suplementação com cereais (cevada, aveia ou milho), leguminosas (gramícea, fava ou grão preto), restos da apanha da azeitona, bagaço de azeitona, restolhos ou farelos (Frazão, 1965, citado por Fernandes *et al.*, 2008).

As modalidades de exploração atuais conservam os principais costumes e características mais interessantes das explorações tradicionais, como é o caso da engorda dos porcos na montanha, complementando a exploração de porcas reprodutoras (Freitas, 2006). O encurtamento do ciclo de produção e a utilização de alimentos compostos são as principais alterações introduzidas no sistema de produção (Fernandes *et al.*, 2008).

Sistemas extensivos tradicionais são integrados em sistemas agrícolas usando raças autóctones com baixa produtividade, mas adaptando-se às condições ambientais, a alimentação dos animais baseava-se na utilização dos recursos alimentares naturais das explorações e davam origem a uma produção limitada e específica de produtos transformados de elevada qualidade (Freitas *et al.*, 2007).

Ao nível do sistema de produção existem 4 fatores principais que influenciam as características da carne: a alimentação, a raça, a idade e peso de abate e o modo de produção. Se alguns fatores exercem uma influência direta sobre as características da carne fresca, no caso dos produtos transformados a qualidade dos produtos cárneos curados é influenciada i) pelas características da matéria prima e ii) pela tecnologia de transformação. A obtenção de um nível de qualidade elevado depende essencialmente da matéria prima, cujas características são condicionadas por um conjunto de fatores inerentes ao animal como a raça, o peso e idade ao abate e a alimentação, em particular na fase final do ciclo de produção (Neves, Martins & Freitas, 2012).

Assim sendo, O sistema tradicional de produção do suíno Alentejano consiste em três fases principais, que determinam a sua curva de crescimento: a fase de cria, que está compreendida entre o nascimento e o desmame, normalmente feito às 8 semanas, a fase de recria, que compreende o período entre os dois meses de idade e o início da fase de engorda; e a fase de engorda, em montanha (Neves, 1998). Este ciclo produtivo deste animal caracteriza-se por regimes de pós-desmame e pré-acabamento nutricionalmente pobres e por um acabamento tardio, fortemente amiláceo, que origina uma produção marcadamente sazonal (Nunes, 1993).

Os leitões até a idade de 20 a 25 dias ingeriam apenas o leite materno passando depois a alimentar-se de quantidades crescentes de grãos de cevada, até atingirem os 400 gramas de ração por leitão (Freitas 2011). Cerca do mês, a mês e meio, começavam a sair para a pastagem e recebiam alguma cevada (Fernandes *et al.*, 2008), o desmame ocorria aos dois meses de idade e aos três meses ou, um pouco mais tarde, procedia-se à castração dos animais, com exceção dos escolhidos para varrascos e das marrãs que ficavam para criação (Freitas 2011).

De acordo com Charneca *et al.* (2017) o porco Alentejano apresenta uma gestação curta (111-112 dias) e uma baixa prolificidade (7,8 leitões). Os leitões são desmamados aos 45-60 dias de vida com 10-14 kg de peso (Freitas, 2014). Os porcos são separados em 3 grupos, porcas reprodutoras, porcos em crescimento e porcos de engorda. As porcas reprodutoras e os porcos em crescimento pastam durante o dia e são complementados com

rações quando necessário (Tirapicos Nunes *et al.*, 2000).

Se for destinado ao mercado de carne fresca, os porcos não são submetidos à montanha, sendo abatidos entre os 12 e 18 meses de idade, com um peso vivo variando entre os 90 e 100 kg. Os animais submetidos à montanha serão abatidos entre os 115 e 130 kg se o seu destino for a salsicharia tradicional, ou aos 150 a 170 kg, se se destinarem à indústria dos presuntos ou ao mercado espanhol (Freitas, 2006, Fernandes *et al.*, 2008).

### 2.6.2. Sistema de produção do porco industrial

Os últimos desenvolvimentos socioeconômicos, como resultado do crescimento industrial, levaram a um aumento no consumo mundial de carne (Henning, 2007). Em Portugal, a intensificação dos sistemas de produção agrícola tem consequências como a mecanização agrícola, o êxodo das populações rurais, o consumo em massa e a pecuária intensiva e competitiva, o que leva a negligenciar as atividades agrícolas e a substituição de raças autóctones por genótipos exóticos (INIAP, 2004 citado por Goulart 2013).

Nas últimas décadas, agricultura e produção animal sofreram alterações profundas, condicionadas sobretudo pela existência de um processo de reforma agrária (1975), pela adesão de Portugal à Comunidade Económica Europeia (1986) e pela crise da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) (após 1995). Alterações tecnológicas e dos hábitos de consumo levaram ao aumento da atenção direcionada para a qualidade, a saúde, a diferenciação e a certificação, permitindo ao sector agropecuário obter valores acrescentados. A transição das terras utilizadas em culturas cerealíferas com muito baixa produtividade para a criação animal extensiva, foi, sem dúvida, uma característica importante da evolução da agricultura em Portugal (INIAP, 2004 citado por Goulart 2013).

A carne suína produzida atualmente é o resultado desta evolução ao nível da indústria alimentar. Segundo a FAO, é atualmente a mais produzida no mundo, tendo atingindo os 91 milhões de toneladas no ano 2000, isto é, cerca de 39% da produção mundial desse ano (Fávero *et al.*, 2003). A competição

eliminou diferenças ao longo do tempo devido a fatores como a troca de material genético e colaboração entre os países, resultando em um sistema de produção mais padronizado e uma qualidade mais homogênea. (Rosenvold y Andersen, 2003).

Por outro lado, Beattie *et al.*, (2000) apresentaram que o sistema de produção extensivo comparado com o sistema de produção intensivo (piso rígido e espaço mínimo recomendado) resultou numa carne com melhor qualidade, demonstrado por uma diminuição da perda de água por cozinhado. No entanto as diferenças existentes nas carcaças e nas carnes dos animais provenientes destes novos sistemas de produção não são somente devido ao sistema de produção isoladamente, mas também aos factores genéticos, a alimentação e o manejo pré-abate (Sanchai – Jarurasitha *et al.*, 1998 citado por Lourenço, 2009).

De facto, o rendimento de carcaça varia muito de acordo com as raças de suínos. Em Pietrain a média é superior a 60% e em Large White os resultados dependem da linha de seleção, de 55 a 56% na linha materna e 58 a 59% na linha paterna. O aumento da produção e quantidade de carne nas carcaças de suínos é obtido principalmente através da seleção para reduzir a espessura da gordura subcutânea. A herdabilidade da característica tem permitido obter ganhos genéticos significativos no aumento da deposição de carne nas carcaças. No entanto, com uma redução na espessura da gordura, há uma redução na gordura intramuscular, aumentando o teor de carne magra, mas prejudicando características como sabor e maciez da carne (Irgang, 1998). O cruzamento entre as raças Pietrain e Large White permite obter suínos com melhores características, objetivando uma qualidade superior da carcaça e um valor comercial acrescido (INIAP, 2004 citado por Goulart 2013).

A raça Pietrain é atualmente usada em programas de melhoramento para explorar sua contribuição genética para melhorar o rendimento de carcaça (Lovatto, 1996 citado por Goulart 2013). Raças musculosas como Pietrain, possuem o gene Halotano (Haln). O nome do gene deriva da reação dos suínos homozigotos recessivos à exposição ao gás anestésico halotano: apresentam rigidez muscular e hipertermia. Este gene influi favoravelmente no aumento da deposição de carne e negativamente, quando em homozigóticos recessivos, por

via da maior suscetibilidade ao stress/morte súbita e produção da chamada carne PSE (do inglês "Pale-Soft-Exudative") pálida, mole e exsudativa, de baixo valor. O uso de machos mestiços ou sintéticos, com 50 a 62,5 % de Pietrain, é recomendado para aproveitar as vantagens do gene Haln no aumento da produção de carne, evitando efeitos indesejáveis na qualidade da carne (Irgang, 1998).

Os porcos de genótipo cruzado LW x LR são geralmente utilizados em sistemas de produção intensiva, de modo que as carcaças desses animais são grandes, fortes e com real desenvolvimento de massa muscular. Estas características justificam-se pelo objectivo dos proprietários de explorações intensivas, que visa o suprimento do grande volume de procura de carne de porco, em grande quantidade e a preços acessíveis. As carcaças apresentam habitualmente rendimentos da ordem dos 80-85%, quando os animais são abatidos com o intervalo de peso que maximiza a sua performance (90-100 kg de peso vivo) (Sather *et al.*, 1990). Se forem abatidos com um peso vivo mais elevado, o rendimento de carcaça tende a diminuir (Lo Fiego *et al.*, 2005).

No caso de grandes cortes, o peso é bastante elevado em comparação com o porco Alentejano, o lombo limpo de porco de genótipo comercial pode atingir valores de peso de cerca de 5,54 kg (Cisneros *et al.*, 1996), assim como a área do *Longissimus dorsi*, que porcos LW x LR pode chegar a valores de 6400 mm<sup>2</sup> (Lukić *et al.*, 2010). No entanto, a deposição de gordura verificada na carcaça destes animais é muito reduzida quando são criados em regime intensivo, sendo que as maiores diferenças relativamente ao porco Alentejano se encontram na percentagem de gordura intramuscular, que não vai além dos 3% (no *Longissimus dorsi*) (Olivares *et al.*, 2009; Hermes *et al.*, 1997) e na espessura da gordura subcutânea, quem tem valores compreendidos entre 2 e 4 cm (Lo Fiego *et al.*, 2005; Serra *et al.*, 1998). As carcaças de animais cruzados LW x LR têm características tipicamente comerciais, isto é, são animais de tamanho grande, que apresentam um desenvolvimento muscular elevado, o que é importante para que as peças sejam pesadas, e depositam reduzidas quantidades de gordura, poupando nos custos energéticos e económicos que daí advêm. Contudo, a reduzida infiltração de gordura intramuscular pode causar um decréscimo indesejável da qualidade da carne, nomeadamente da sua suculência, tenrura e sapidez (Cannata *et al.*, 2009).

No passado, a qualidade da carne era considerada erradamente, independente do peso dos animais vivos ou do peso da carcaça. Obviamente, o aumento do peso da carcaça requer um aumento na idade de abate e resulta em mudanças em certas carcaças, especialmente: Aumento da área do *Longissimus dorsi* à 12<sup>a</sup>-13<sup>a</sup> costelas e do conteúdo de gordura subcutânea e diminuição da percentagem de carne magra (Henning, 2007).

A variação no valor nutricional da carne de porco com a idade animal é real. Os animais mais jovens tendem a ter acúmulo de gordura subcutânea e intermuscular, de modo que a carne contém maior teor de água e menor teor de gordura, proteína e minerais que os adultos (Magnoli e Pimentel, 2006). Em geral, podemos supor que quanto maior o peso ao abate, maior o teor de gordura na carcaça (Meinle, 2003).

A diminuição da conversão alimentar é considerada a maior dificuldade em criar porcos mais pesados, uma vez que o aumento da deposição de gordura implica um menor rendimento em carne e, em matadouros com tipificação de carcaça, uma menor remuneração. O uso de restrições de alimentação aumenta o índice de conversão da ração em porcos mais pesados. No entanto, o estabelecimento de manejo específico para fazendas de suínos requer o estudo de componentes de alimentos a serem aplicados. Além disso, o maior peso de abate requer uma permanência mais longa de suínos no local e, conseqüentemente, maior disponibilidade de área e mão-de-obra (Henning, 2007). Segundo Irgang (1998), para melhorar a qualidade e aceitação da carne entre os consumidores, os suínos abatidos devem ter um peso de vida entre 100 e 110 kg e menos de 20 mm de espessura de gordura subcutânea dorsal. A intensa seleção genética efetuada, desde a década de 50, para uma maior deposição de carne magra alterou a composição da carcaça suína. A taxa de crescimento / ganho de carne magra aumentou de 200 para 400 gramas / dia devido a fatores como diminuição do apetite, melhor conversão alimentar, extensão da deposição de massa muscular e deposição tardia de gordura. Assim, tornou-se possível o abate de animais mais pesados com menor tempo de vida, sem prejuízo causado por uma má eficiência alimentar. Além disso, quanto maior a capacidade de armazenar carne magra, menor o tempo para atingir a idade de abate (Meinle, 2003).

## 2.7. Características físico-químicas da carne

### 2.7.1. Capacidade de retenção de água (CRA)

De acordo com Roça (2000) a capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização. Pode ser definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem.

No entanto, alguns autores referem que a capacidade de retenção de água foi definida como a capacidade da carne de suportar parte ou toda a água contida durante o armazenamento ou processamento (Heyer, 2004). Portanto a capacidade de retenção de água afeta a aparência da carne antes de ser cozida, seu comportamento durante o cozimento e sua suculência durante a mastigação (Pardi *et al.*, 2001; Lawrie, 2005).

De acordo com Zeola *et al.*, (2007) menor capacidade de retenção de água da carne implicará uma maior perda de valor nutricional devido a exsudados libertados, produzindo carne mais seca e menos macia. Deve-se notar que, para as indústrias, essa menor capacidade resulta em perdas econômicas devido ao excesso de gotículas durante o armazenamento, transporte e comercialização (Ramos *et al.*, 2007). Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e, conseqüentemente, de peso durante seu armazenamento é grande (Sarcinelli *et al.*, 2007).

Características de maciez como firmeza e sensações tácteis estão intimamente relacionadas com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (Pardi *et al.*, 2001). As características sensoriais, como cor, textura, firmeza, suculência e maciez da carne cozida, dependem de alguma forma da capacidade de retenção de água da carne (Sarcinelli *et al.*, 2007). Entretanto essa característica é definida como a capacidade da carne de reter a água após a aplicação de forças externas (aquecimento, corte, moagem, pressão) e que quando mastigadas são traduzidas numa sensação de suculência para os

consumidores (Dabés, 2001). E por outro lado as características de cor, textura, consistência, suculência e maciez da carne cozida também depende a CRA. E esta, por sua vez depende também da espécie animal, indivíduos, idade e da função dos músculos (Pardi *et al.*, 1993).

### 2.7.2. Cor

De acordo com Neves (1998) a cor é de todas as características que definem o aspecto de um alimento a mais importante. Por si só determina a aceitação ou rejeição de um produto. Por isso a cor da carne é um fator determinante na qualidade da carne, pois é um dos primeiros parâmetros avaliados pelos consumidores (Medel e Fuentetaja, 2003 citado por Carvalho, 2009).

A cor é a primeira característica observada pelos consumidores para obter carne fresca, ela indiretamente determina sua vida útil, porque a carne com cores diferentes do ideal (vermelho cereja) tende a não ser vendida (Dabés, 2001). A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada, possuindo uma pequena camada de gordura branca (Sarcinelli *et al.*, 2007).

Segundo Pardi *et al.* (1993) a cor da carne é devida sobretudo à mioglobina e, em menor grau, à hemoglobina, a menos que a sangria tenha sido imperfeita. Em um tecido muscular bem sangrado, a mioglobina contribui com um percentual de 80 a 90% do pigmento total. No entanto a quantidade de mioglobina varia com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física, o que explica a grande variação de cor na carne. Fatores como o stresse, a queda de pH e o pH final da carne também exercem efeitos na cor da carne (Roça, 2000).

A cor da carne depende de vários fatores, como a concentração e a forma química dos pigmentos musculares, bem como a diminuição do pH e do valor final. No caso dos produtos cárneos curados, outro fator que influencia o desenvolvimento da cor é a adição de sais nitrificante do processo (Serna, 2013).

Devido ao fato de que essas características estão intimamente

relacionadas com a frescura e qualidade da carne, elas tendem a influenciar diretamente as intenções de compra dos consumidores (Moura *et al.*, 2015). De acordo com Monteiro (2007), a cor é influenciada pela proporção do pigmento mioglobina (Mb) na superfície da carne e pela quantidade do estado redox da mioglobina, incluindo a combinação das três formas de mioglobina: mioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (marrom-acinzentado) e pela perda de água.

A quantidade de mioglobina no músculo é influenciada por fatores genéticos, dieta animal, tipos de fibras musculares, espécies, exercício e idade. A diminuição do conteúdo de mioglobina foi observada em porcos quando os animais eram deficientes em ferro, e um aumento foi observado quando os animais não tinham vitamina E ou faziam exercício (Toribio, 2011).

A mioglobina é o principal pigmento na carne, 90%, existindo também pouca hemoglobina, citocromos e flavinas. Este pigmento desempenha a função de fixação e armazenamento de oxigênio em animais vivos, e reage durante a fase de cura, com o monóxido de nitrogênio resultante da redução e dissociação de nitratos, dando origem a outro pigmento chamado nitroso mioglobina (Serna, 2013).

A cor mostra a concentração de mioglobina, bem como o seu estado de oxidação na superfície do músculo, determinado principalmente pela pressão de oxigênio presente no meio e em menor grau pela presença de radicais livres com propriedades oxidantes (Amin, 2014).

### 2.7.3. pH

A qualidade da carne suína geralmente é dada por uma série de propriedades físico-químicas, como cor, firmeza e exsudação, capacidade de retenção de água e resultados de processamento. Os dois últimos também são chamados de qualidade de tecnologia (Sellier, 1995).

A velocidade de descida e o valor final do pH dependem das características fisiológicas do animal, do potencial glicolítico ao abate e da

composição e estrutura muscular, que por sua vez é influenciada pelo tipo de metabolismo da fibra, idade e genótipo do animal em causa (Monin, 1988).

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne. Geralmente em *post mortem*, com temperatura de carcaça entre 37 e 40° C, pH diminui de 7,2 para cerca de 6,2. O pH final no intervalo de 5,5 a 5,8 é atingido 12 a 24 horas após o abate, quando o *rigor mortis* é estabelecido (Bridi *et al.*, 2009). Outros autores relataram uma descida normal de pH no músculo caracterizada por uma descida progressiva de cerca de 7 no músculo vivo, para um pH de 5,6 a 5,7 passadas 6 a 8 horas após o abate, até alcançar um pH final de 5,3 a 5,7 às 24 horas (Lister *et al.*, 1983 citado por Jorge, 2016).

O pH dos músculos vivos é próximo da neutralidade (7). Por causa da glicólise pós-morte, o ácido láctico começa a se acumular e o pH cai. Uma diminuição gradual do pH para um valor final próximo a 5,6 resulta em carne vermelha normal. A diminuição demasiado rápida do pH pode induzir a desnaturação das proteínas, a perda de água por gotejamento e a cor pálida típica de carne de porco PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole, exsudativa). Por outro lado, carne cujo pH permaneça elevado (pH > 6) poderá originar a chamada carne DFD (dark, firm, dry - escura, dura, seca) (Sarcinelli *et al.*, 2007).

O glicogênio nas fibras musculares é metabolizado durante a conversão muscular na carne, diminuindo gradualmente o pH em alguns porcos porque, devido à genética, o pH pode cair subitamente devido ao acúmulo de ácido láctico intramuscular, o que afeta as características físicas e químicas da carne (Moura *et al.*, 2015).

Não há casos de carne de PSE registada em porcos Alentejanos, o que pode dever-se à sua marcada rusticidade e carácter acomodaticio, e ao tipo de fibras que predominam nos músculos. No entanto, a carne DFD pode ser importante neste tipo porque, embora tenda a reagir menos ao estresse crónico, o fato de o transporte de animais e as condições de sacrifício frequentemente causarem o esgotamento do glicogénio, pode originar um pH final elevado (Neves, 1998).

O fator mais importante que determina a qualidade final da carne suína é a diminuição do pH, o que tem implicações na cor, textura e capacidade de retenção de água (CRA) (Carvalho, 2009). De acordo com Souza *et al.* (2013) mudanças emocionais associadas aos esforços realizados durante o embarque, transporte, desembarque e currais de espera, causam alterações no metabolismo *post-mortem*, estando correlacionado à acelerada quebra do glicogênio e diminuindo do pH no músculo.

#### 2.7.4. Pigmentos totais

De acordo com Roça (2000) a maioria dos pigmentos na carne são proteínas: hemoglobina, que é um pigmento sanguíneo e mioglobina, um pigmento muscular que forma 80-90% do pigmento total. Outros pigmentos, como catalase (hidroperoxidase) e enzimas do citocromo, podem ser encontrados na carne, mas sua contribuição para a cor é muito menor. A mioglobina consiste em uma parte de uma proteína chamada globina e uma parte não proteica chamada grupo heme.

O pigmento que determina a cor da carne é a mioglobina, que está na forma de desoximioglobina em estado natural. A quantidade e o estado deste pigmento determinam que o vermelho é mais ou menos forte, embora outras proteínas heme, como a hemoglobina e o citocromo C, também possam desempenhar um papel na cor da carne (Lindahl *et al.*, 2001).

O teor de pigmentos pode ser considerado como um critério para a maturação da carne e é influenciado pela idade, genótipo e sistema de produção (Monin, 1988). O nível de pigmentação tende a aumentar com a atividade física, e tem uma correlação negativa com os níveis de gordura intramuscular, mas tem pouca influência na qualidade da carne (Monin, 2000).

Os porcos criados ao ar livre, como os porcos Alentejano e Bísaro, exercem actividade física, fazendo com que os músculos se tornem mais oxigenados, com concentrações mais elevadas de mioglobina, causando uma pigmentação mais escura na carne (Pugliese e Sirtori, 2012).

A cor da carne é uma consequência da concentração e do estado químico dos pigmentos musculares. A cura dos produtos cárneos depende da concentração desse pigmento muscular, cuja concentração pode diferir com a raça; as raças Landrace têm maior quantidade de pigmento do que as raças Duroc. A cor do produto cárneo está na dependência de uma cura bem realizada através da reação dos nitritos com os pigmentos naturais da carne; maior quantidade de pigmentos irá gerar mais hemocromo com produto cárneo mais intensamente corado, portanto, mais atraente e com melhores possibilidades de comercialização (Terra & Fries, 2000).

#### 2.7.5. Humidade

A humidade é um dos fatores que deve ser analisado para controlar e manter as características organolépticas dos produtos, além de rendimento. A água representa de 65% a 80% do total da massa muscular e tem importante função celular por estar fortemente ligada a diversas proteínas. A humidade natural da carne é importante para o rendimento e a qualidade final do produto, contribuindo para a textura, suculência, palatabilidade e sabor, pois se as proteínas não estiverem desnaturadas, continuarão a ligar água durante a conversão do músculo à carne e conseqüentemente por diversas fases da cadeia do produto. A habilidade de reter a água é uma importante propriedade da carne, principalmente economicamente e sensorialmente, sendo classificado como: CRA: capacidade de retenção de água é a capacidade de a carne reter a sua própria água; CLA: capacidade de ligação de água é a habilidade da carne de reter a água adicionada (Franco *et al.*, 2006 citado por Crippa, 2010).

A determinação da humidade é um parâmetro que é frequentemente usado como um atributo de qualidade, porque a água faz parte da massa muscular (~ 75%), é muito importante em processos vitais e influencia muito a estrutura, a textura e o sabor. Os músculos que realizam mais atividades contêm mais humidade e, quanto maior o teor de água, menor o teor de gordura (Leite *et al.*, 2015 citado por Fialho 2018).

De acordo com Cummins e Lyng (2016) citado por Fialho (2018),

geralmente é determinada por secagem em estufa, por ser o método mais aceito a nível comercial, mas vários estudos demonstraram já resultados obtidos através de outro método menos destrutivo e morosos, como a tecnologia de espectrofotometria “Near Infrared Reflectance Spectroscopy” (NIRS). Essa tecnologia é baseada na interação de amostras com a luz infravermelha que, através da absorvância, determina o valor de humidade nas amostras de carne.

São três os tipos principais de componentes da água no tecido muscular: água ligada, água imobilizada e água livre, que no seu conjunto definem a humidade. A água ligada está fortemente ligada a grupos hidrofílicos em macromoléculas, a água imobilizada corresponde à água que é aprisionada na rede miofibrilar ou no espaço entre os filamentos espessos e finos e é reconhecida como o componente predominante da água entre os três tipos de água no músculo e por último, a água livre é a água que existe no espaço entre os feixes de fibras, dependendo da força capilar. A água ligada é independente de qualquer stress mecânico ou mudanças microestruturais no tecido e é muito resistente ao congelamento ou aquecimento. O congelamento e descongelamento afeta o teor de humidade, uma vez que causa alteração da água imobilizada para água livre e, se esta se perder, uma redução na abundância de água no tecido muscular. O dano mecânico causado pela recristalização e desnaturação de proteínas e a deformação e destruição das fibras musculares devido ao congelamento diminui a capacidade do músculo de reter água e enfraquece a capacidade de ligação do músculo à água, levando a um aumento na libertação de água, com consequências no teor de humidade presente no músculo (Zhang *et al.*, 2017 citado por Fialho 2018).

#### 2.7.6. Colagénio Total e Solúvel

De acordo com McCormick (1992) citado por Jorge (2016) o tecido conjuntivo do músculo esquelético é um fator que contribui para a textura da carne. Consistindo principalmente de proteínas de colagénio, forma uma matriz estrutural que fornece forma e suporte para componentes celulares do músculo e é um meio de transmitir e absorver a força que vem da contração muscular. O alinhamento das moléculas de colagénio permite a formação de fibrilas e sua estabilização através de ligações cruzadas covalentes, proporcionando

resistência tênsil à matriz de colagénio. A distribuição do colagénio nos músculos pode ser dividida em três hierarquias diferentes: epimísio, perimísio e endomísio (Bailey 1985, citado por Jorge, 2016).

O colagénio é a proteína mais abundante no tecido conjuntivo, variando de 1 a 15% do material muscular seco e representa um terço da proteína total. O colagénio, especialmente a parte insolúvel (contendo uma estrutura fibrilar reforçada por um grande número de ligações covalentes estáveis) também está associado à dureza muscular *post-mortem*. A solubilidade do colagénio é causada pela degradação da proteína responsável pela ligação entre as fibras de colagénio (Mera, 2016). Em geral, os músculos locomotores possuem ligações termicamente mais estáveis do que os músculos posturais (Zimmerman *et al.*, 1993, citado por Jorge, 2016).

A determinação do colagénio é dada pelo número de seus principais aminoácidos, a hidroxiprolina, através de frações que podem se dissolver e não se dissolver, relacionadas com a quantidade de colagénio que se dissolve e a que é insolúvel. Além da hidroxiprolina, o colagénio consiste em aminoácidos prolina e glicina (Barbosa, 2017). Os fatores que aumentam a insolubilidade do colagénio, aumentam a sua força, sendo um dos principais a idade do animal. A solubilidade afeta a tenrura da carne, assim como a capacidade de retenção de água e o tempo de cozedura (Huidobro *et al.*, 2005).

#### 2.7.7. Lípidos Neutros e polares

De acordo com Cava *et al.* (1997) a carne de porcos Ibéricos criados em sistemas extensivos tem, em relação a porcos comerciais criados em sistemas intensivos, percentagens de IMF e mioglobina superiores, maior proporção de lípidos neutros do que de lípidos polares, além de ser mais rica em MUFA, em particular o C18:1. Ferreira, Partidário & Sequeira, (2001) referem que a fracção polar (fosfolípidos das membranas celulares) é substancialmente mais rica em PUFA do que a neutra (triglicéridos ou lípidos de reserva), a qual por sua vez possui uma maior concentração de SFA. A diferença nos níveis de PUFA entre essas duas frações lipídicas é muito mais clara nos músculos do que na gordura subcutânea. No entanto, o mesmo não foi observado para

MUFA, cuja proporção foi quase idêntica em ambas as frações de gordura subcutânea, enquanto que nos níveis de gordura intramuscular, LN foi duas vezes maior que LP. A extração/separação dos lípidos neutros (LN) e polares (LP) é feita por eluição sequencial (Marmer e Maxwell 1981).

Lípidos são reservas importantes na forma de energia armazenada, podem ter funções estruturais e ainda formar a base de hormonas esteroides. Aqueles que estão envolvidos em funções estruturais consistem principalmente de fosfolípidios e colesterol, e reservas de energia são formadas principalmente por triacilgliceróis (TAG) que é incluído nos adipócitos (Correia e Correia, 1985; Lehninger *et al.*, 2008 citado por Brito, 2014).

De acordo com Abril *et al.* (2001) lípidos contidos nos adipócitos são agrupados com ligações de fibras musculares ou isolados entre eles. A quantidade e o tamanho dos adipócitos no músculo tendem a aumentar dependendo do conteúdo total de gordura. O acúmulo de gordura faz com que os adipócitos se tornem maiores e mais numerosos, tornando a parte muscular cortada por gordura intramuscular, também conhecida como marmoreado. Portanto, o conteúdo lipídico no músculo suíno pode variar de 1,5 a 13% (Cobos *et al.*, 1994 citado por Fialho 2018).

Lípidios musculares são colesterol, triacilglicerol (lípidos de reserva ou depósito) e fosfolípidos (lípidos estruturais). Esta última é em média apenas 0,5 a 1% da massa muscular, que varia em proporção entre 16 e 34% do total de lípidos, de acordo com o tipo de músculo. Depósitos de gordura em porcos são divididos em intermuscular e intramuscular. O primeiro se acumula na bainha de tecido conjuntivo que envolve cada músculo individualmente. Este último acompanha a estrutura do tecido conjuntivo que penetra no músculo para envolver o feixe de fibras, formando assim parte da estrutura muscular. Esses lípidos intramusculares também incluem lípidos nas células adiposas adjacentes à fibra (Tortora e Derrickson, 2009, citado por Fialho 2018).

### 3. Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição e Metabolismo Animal, Herdade da Mitra, Universidade de Évora.

#### 3.1. Amostragem

As amostras de carne/lombo (*Longissimus dorsi*) utilizadas neste estudo foram obtidas em supermercados locais em Évora, num número de 4 por grupo experimental. A amostra de carne de porco industrial desconhece-se o genótipo (cruzamento), idade, peso de abate e regime alimentar. As amostras de porco de raça Alentejana são provenientes de animais registados, cujo sistema de produção típico é conhecido, mas sem conhecer idade, peso e alimentação em concreto.

#### 3.2. Procedimentos

##### 3.2.1. Parâmetros físicos

##### 3.2.1.1 Determinação capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi determinada segundo a técnica de pistometria. De acordo com o procedimento descrito por Goutefongea (1996), 5g de amostra triturada foram colocadas entre dois pedaços de papel de filtro, e sujeitas a uma pressão constante durante 2 minutos, com um pistão (2250g).

O resultado é expresso em percentagem de água perdida pela amostra, sendo obtida pela diferença de peso antes e após a realização do método,  $((\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} \times 100)$ .

Foram efetuados dois testes por amostra, correspondendo o valor de CRA à respetiva média aritmética.

### 3.2.1.2 Determinação Cor

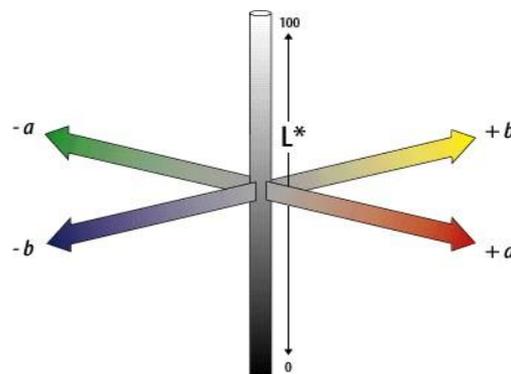
A cor foi determinada através do sistema CIELAB. Foram obtidos os valores de  $L^*$ , que representa a luminosidade e que varia de 0 (preto) a 100 (branco),  $a^*$ , que se for superior a 0 nos dá o vermelho (+a) e se for inferior nos dá o verde (-a), e o  $b^*$  que se for superior a 0 nos dá o amarelo (+b) e se for inferior nos dá o azul (-b) (figura 6).

Através destes parâmetros podemos calcular os seguintes atributos psicométricos: ângulo de tono ( $180 \times \arctg b^* / a^* / \Pi$ ), cromatocidade ( $\sqrt{a^2 + b^2}$ ) e saturação (cromatocidade/ $L^*$ ).

A tonalidade permite-nos tirar conclusões sobre o tom da cor que é perceptível, por exemplo amarelo, verde, etc. A cromatocidade dá-nos a cor de percepção humana. Por fim a saturação indica-nos a intensidade da tonalidade, isto é, da coloração (por ex., vermelho intenso).

Para a determinação foi utilizado um colorímetro Minolta CR-400, com o iluminante D65, sendo realizadas 8 medições na zona interna do músculo, depois deste estar descongelado. Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram dados pela média aritmética destas medições.

Figura 6: Espaço de cor CIELAB



Fonte: SpecialChem

### 3.2.1.3 Determinação pH

As medições do pH foram feitas diretamente no músculo, após a descongelação e trituração da amostra. Foi feita através de um eletrodo penetrante Ingold, modelo Lot406-M6-DXK-S7 ligado a um potenciômetro, sendo as medições corrigidas para a temperatura da amostra (NP 3441, 2008).

O valor do pH foi dado pela média aritmética das medições (8 medições por amostra).

### 3.2.2. Parâmetros químicos

#### 3.2.2.1 Determinação dos pigmentos totais

O conteúdo em pigmentos totais foi determinado pelo método de Hornsey (1956). Neste método, procede-se à separação do grupo heme da globina, de uma amostra de 10g de músculo triturado. Adicionaram-se 40 ml de acetona e 1 ml de ácido clorídrico (12N), agitou-se e deixou-se em repouso durante 1 hora na obscuridade a 4 °C. Seguidamente procedeu-se à filtração com papel de filtro Watman n.º 40, fazendo-se depois a leitura num espectrofotómetro à absorvância de 640 nm. O resultado é expresso em partes por milhão (ppm) de hematina e obtêm-se multiplicando a densidade óptica registada por 680.

#### 3.2.2.2 Determinação Humidade

A humidade é calculada a partir de uma porção de 10g de amostra triturada que se colocavam num cadinho previamente identificado. As amostras são então misturadas com areia e etanol que são processadas e colocadas na estufa a  $102 \pm 2$  °C até haver uma estabilização do peso. A primeira pesagem é realizada após 2 horas e depois a cada 30 minutos, considerando a estabilização pesada quando a diferença entre duas pesagens consecutivas é inferior a 10 miligramas.

O resultado é determinado em função da perda de massa quando seco e pelo método aritmético de duas repetições e expresso em percentagem do produto. (NP-1614, 1979).

### 3.2.2.3 Determinação do colagénio total e solúvel

#### Colagénio total

Primeiro, a hidrólise ácida é realizada pesando 150 mg da amostra liofilizada e triturada para um tubo com rolha (em triplicado), adicionando 10 ml de HCl 6N. Fecham-se e agitam-se os tubos, incubando 18 horas numa estufa ventilada a 115 °C.

Tiraram-se os tubos e deixaram-se arrefecer à temperatura ambiente, ajustando de seguida com HCl 6 N, se tiver ocorrido evaporação. Juntou-se 100 mg de carbono activo aos tubos e agitaram-se. Procedeu-se à filtração, após terem repousado 2 min. Em seguida fez-se a diluição de 200 µl do filtrado + 800 µl de água destilada, para tubos de 10 ml, e guardaram-se a 4 °C no máximo 1 mês.

#### Determinação do teor em hidroxiprolina

Preparou-se uma gama de hidroxiprolina:

branco (1 ml de HCl 1,2 N),

tubo 1 (990 µl de HCl 1,2 N + 10 µl de hidroxiprolina),

tubo 2 (980 µl de HCl 1,2 N + 20 µl de hidroxiprolina),

tubo 3 (960 µl de HCl 1,2 N + 40 µl de hidroxiprolina),

tubo 4 (940 µl de HCl 1,2 N + 60 µl de hidroxiprolina),

tubo 5 (920 µl de HCl 1,2 N + 80 µl de hidroxiprolina).

Em cada tubo da gama e em cada tubo da amostra juntou-se:

- 1 ml NaOH 1,2 N (agitou-se),
- 1 ml de Cloramina T (agitou-se e contacto durante 20 min sob a hotte),
- 1 ml de ácido perclórico (agitou-se e contacto durante 5 min sob a hotte),
- 1 ml de pDAB (rolhou-se e agitou-se).

Levaram-se os tubos a incubar durante 20 min, a um banho-maria a 60 °C, e após terem arrefecido sob água corrente, leu-se a densidade óptica a 557 nm.

#### Colagénio solúvel

Pesaram-se 300 mg de músculo liofilizado (em duplicado para cada amostra) para um tubo de centrífuga de 20 ml com rolha e juntou-se 7 ml de Líquido de Ringer. Rolharam-se os tubos e colocaram-se num agitador rotativo durante 1 hora.

Colocaram-se em seguida num banho-maria durante 1 hora, a 77 °C, agitando frequentemente os tubos.

Procedeu-se à centrifugação a 4000 r.p.m., durante 30 min à temperatura ambiente. Recuperou-se depois o sobrenadante para tubos de 20 ml. O precipitado de cada tubo foi lavado com 3 ml de Líquido de Ringer e recolocaram-se os tubos na centrífuga durante mais 30 min. Recuperou-se o sobrenadante e juntou-se ao já recolhido.

Depois de agitar, retiraram-se 5 ml para um tubo com rolha e adicionaram-se 5 ml de HCl 12 N, agitando novamente.

Realizou-se a hidrólise ácida e a dosagem de hidroxiprolina, como para o colagénio total.

#### 3.2.2.4 Lípidos intramusculares (lípidos neutros e polares)

Esta análise é realizada de acordo com de Marmer e Maxwell (1981). Com este método, duas frações lipídicas são separadas. A fração neutra consiste basicamente de triglicéridos e a fração polar constituída de fosfolípidos.

O enchimento da coluna de vidro (35 mm Ø, com ponta gotejante) efectua-se com lã de vidro no nível inferior, 10g da mistura de celite 545: fosfato bicálcico, na proporção de 9:1 no nível intermédio, e uma mistura de 10g de celite 545 + 5g de sulfato de sódio anidro + 2,5g de amostra liofilizada, no nível superior.

Para fazer a separação das duas fracções, utilizaram-se dois solventes com polaridades distintas. Para arrastar a fracção neutra (triglicéridos), procedeu-se à eluição com 100ml de diclorometano e para a fracção polar (fosfolípidos) com 100ml da mistura de diclorometano: metanol na proporção de 9:1.

Os eluídos das diferentes fracções, foram recolhidos para balões de fundo plano de 200ml e levados ao evaporador rotativo para se retirar o solvente, colocando-se de seguida no exsiccador durante 24 horas.

A determinação é feita através da diferença de pesos dos balões antes e após a eluição, sendo o resultado expresso em percentagem de produto.

#### 3.3. Análise estatística

Os resultados são apresentados sob a forma de média  $\pm$  erro padrão. As diferenças foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$ . A análise estatística foi realizada através de uma análise de variâncias univariada (ANOVA) com o software estatístico Statview 5.0 (SAS Institute Inc, Cary, NC, USA).

#### 4. Resultados e Discussão

Os valores médios e erro padrão obtidos para as variáveis de composição química e características físico-químicas estão apresentados nos quadros 1 e 2, respetivamente.

##### 4.1 Características química da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana.

De acordo com os valores apresentados no quadro 1 para a composição química do músculo *Longissimus dorsi* verificaram-se diferenças significativas em todas as variáveis estudadas excepto no teor de colagénio total e percentagem de colagénio solúvel.

O porco de raça Alentejana apresentou menor teor de humidade ( $P < 0,05$ ), assim as humidades obtidas carne porco Alentejano registou um teor de humidade 10,5% inferior ( $P < 0,05$ ) ao porco raça industrial.

A matéria seca apresentou-se o resultado significativa ( $P < 0,05$ ), tendo no porco raça industrial sido verificado um teor de matéria seca obtida 15%, inferior ( $P < 0,05$ ), ao da carne de porco raça Alentejana.

Relativamente às frações lipídicas os porcos de raça industrial registaram um teor inferior de lípidos neutros ( $P < 0,01$ ), polares ( $P < 0,05$ ) e totais ( $P < 0,05$ ).

Nos pigmentos totais a raça/cruzamento industrial registou um teor significativamente inferior ( $P < 0,01$ ).

Finalmente, o estudo do tecido conjuntivo revelou um teor de colagénio total (NS) e solúvel ( $P < 0,05$ ) superiores na raça/cruzamento industrial. Contudo, quando expresso em % do teor de colagénio total não evidencia diferenças significativas.

**Quadro 1. Composição química da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana**

	Porco Industrial		Porco Alentejano		Significância
	Média	EP	Média	EP	
Humidade (%)	74.5	0.5	69.7	1.7	*
Matéria seca (%)	25.5	0.5	30.3	1.7	*
Lípidos neutros (% matéria fresca)	0.66	0.27	3.57	0.70	**
Lípidos polares (% matéria fresca)	0.81	0.11	1.74	0.34	*
Lípidos totais (% matéria fresca)	1.47	0.31	5.30	1.04	*
Pigmentos totais (ppm)	22.5	2.7	51.3	2.5	**
Colagénio total (mg/g MS)	11.2	1.6	8.5	0.9	NS
Colagénio solúvel (mg/g MS)	1.43	0.36	0.42	0.03	*
Colagénio solúvel (% colagénio total)	13.3	3.6	5.0	0.3	NS

Significância: \*\*\*P<0.001, \*\*P<0.01, \*P<0.05, NS - P≥0.05.

Existem vários estudos que evidenciam diferenças na composição química da carne entre animais de raça autóctone (Ibéricos), criados em sistema extensivo, e animais de raças exploradas comercialmente em sistemas de produção intensiva (Cava *et al.*, 1997; Cava *et al.*, 2001, citado por Santos *et al.*, 2008). No nosso trabalho os porcos de raça Alentejana registaram um teor lipídico total muito mais elevado (5.30 vs. 1,47%, em média) a que corresponde um teor de humidade mais baixo (69,7 vs. 74,5%, em média).

Estudos revelaram diferentes características organolépticas da carne relacionando-as com o conteúdo lipídico intramuscular (Neves, 1998). Com efeito foi demonstrado que o “flavour” da carne só se desenvolve a partir de um teor mínimo de lípidos intramusculares que, de acordo com Neves (1998), seria de 2,5% no músculo *Longissimus dorsi*.

O teor lipídico observado nos porcos de raça Alentejana está de acordo com os valores encontrados por Santos *et al.* (2008) que observou 4,79% e por Neves (1998) que observou em porcos desta raça, 5,28% para animais alimentados na montanha e 4,54% para animais alimentados com alimento comercial. Estes teores são semelhantes aos registados em animais alimentados com triticales (5,64%) em animais alimentados com alimento comercial (4,51%), e nos animais alimentados com a mistura (4,33%) (Neves 1998). O mesmo autor refere que teores elevados de proteína bruta na dieta conduzem a teores de lípidos intramusculares inferiores, como demonstram os trabalhos de Christensen 1975 e Éssen-Gustavsson *et al.* 1992 (citado por Santos *et al.*, 2008). Estes resultados, corroborados pelos resultados obtidos no presente estudo, vêm realçar que os porcos de raça Alentejana têm carácter adipogénico sendo muito eficazes a depositar lípidos no tecido muscular. O elevado grau de adiposidade da carcaça do porco Alentejano poderá atribuir-se ao seu carácter adipogénico associado ao manejo alimentar fortemente energético na fase de engorda (Neves, 1998).

O teor de lípidos totais (1,47%) obtidos no músculo LD de amostras obtidas nos mercados locais em Évora cujo genótipo se desconhece não apresenta diferenças de maior relativamente aos teores encontrados no trabalho de Fernandez *et al.* (1999). Este autor, num estudo em que compara amostras de carne provenientes do músculo *Longissimus lumborum* de porcos machos castrados provenientes de duas linhagens diferentes (Duroc x Landrace e Tia Meslan x Landrace), foram registados teores que variaram entre 1,5 e 3,5 g/100 g de carne no primeiro grupo (Duroc x Landrace) e entre 1,25 e 3,25 g/100 g de carne no segundo grupo (Tia Meslan x Landrace). O primeiro grupo teve maior sucesso na deposição de lípidos e foi o grupo cuja carne resultou numa maior aceitabilidade e intenção de compra por parte dos consumidores que participaram no estudo, nomeadamente para teores de lípidos totais entre 2,5 e 3,5 g/100 g de carne. Fjelkner-Modig & Tornberg (1986) registaram teores de lípidos de 2,0 g/100 g de carne em Hampshire, 1,8 g/100 g de carne na raça Swedish Yorkshire e 1,4 g/100 g de carne em Swedish Landrace teores semelhantes aos obtidos no nosso trabalho. Tal poderá ser explicado pelo melhoramento genético associado às raças industriais no sentido de um maior

rendimento em carne e por consequência menor teor de gordura na carcaça e de lipídios no tecido muscular (Cava *et al.*, 1996; Cava *et al.*, 2001, citado por Santos *et al.*, 2008).

Porcos de raça Alentejana registaram um teor de pigmentos totais muito mais elevado (51.30 ppm vs.22,5 ppm, em média). Os valores de pigmentos não diferem muito dos mostrados por Neves *et al.* (2005) que obtiveram 49,87 ppm e 55,49 ppm para animais abatidos com 100 kg e 90 kg PV. O teor de pigmentos totais é muito superior no PA explicado por serem criados ao ar livre com comportamento de pastoreio que induz o exercício físico e sobretudo porque são animais abatidos com mais idade, cerca de 12 - 14 meses (Andrés *et al.*, 1999; Estévez *et al.*, 2003; Muriel *et al.*, 2004). Estes autores relatam que os porcos, devido à atividade física durante o período de montanha e idade avançada ao abate, contêm teores elevados de mioglobina. Os porcos industriais selecionados para terem elevado ganho médio diário são abatidos muito jovens com cerca de 6 meses de idade, enquanto que distribuição de alimentos e o confinamento não incentivam ao exercício físico na procura de outras fontes de alimentos.

O sistema de produção condiciona a mobilidade dos animais e eventualmente as suas características cromáticas (Leseigneur, Meynier e Gandemer 1991, citados por Ribeiro *et al.*, 2007). O teor de pigmentos, indicador de tonalidade vermelha que os músculos apresentam, está relacionado com a atividade metabólica oxidativa das fibras musculares apresentando assim um maior conteúdo em fibras oxidativas (vermelhas) ricas em mioglobina, o que permite usarem maiores quantidades de oxigénio durante a atividade muscular (Andrés *et al.*, 2001).

A diferença encontrada no teor de pigmentos totais (mioglobina) explicará o aspecto da carne e as diferenças encontradas no brilho (L\*) e tonalidade que discutiremos adiante e explicará a preferência de alguns consumidores por esta carne de cor vermelha forte (Estévez *et al.*, 2003).

No geral, os nossos resultados mostram diferenças nas características de composição química do músculo *Longissimus dorsi*, que estão de acordo com Neves (1998), que observou que as características biológicas originais do tecido muscular do porco Alentejano parecem estar basicamente relacionadas com o genótipo adaptado ao manejo produtivo extensivo, enquanto as do tecido adiposo estão fundamentalmente ligadas com a dieta, especialmente na fase de engorda.

As diferenças encontradas no teor lipídico explicam as diferenças encontradas no teor de humidade dada a relação inversa entre lípidos e humidade ( $r = -0,75$ ). Tal é consistente com os resultados obtidos por vários autores que encontraram uma correlação inversa entre humidade e teor lipídico (Neves, 1998; Schmidt *et al.*, 1973; Serrana, 2008 citado por Jorge, 2016).

A determinação da humidade é um parâmetro frequentemente usado como atributo de qualidade porque influencia muito a estrutura, textura e sabor da carne. O teor de humidade pode, no entanto, ser afectado por alterações no processo de conversão do músculo em carne que pode alterar a capacidade de retenção de água e o aspeto da carne e que será discutido adiante.

Relativamente ao teor e solubilidade do colagénio os porcos de raça Alentejana (AL) registaram um menor teor de colagénio total (NS) e significativamente menos solúvel ( $P < 0,05$ ). Os valores do colagénio total obtidos neste ensaio são semelhantes aos valores obtidos para o porco AL (Brito, 2014) e para o porco Bísaro (Barbosa, 2017). Nestes estudos o porco Bísaro apresentou um teor de colagénio total 22% superior ao AL sendo que quando comparado com os valores obtidos no AL no presente trabalho esse valor é cerca de 24%. Tal concorda com os resultados obtidos uma vez que o porco Bísaro está geneticamente mais próximo dos porcos industriais. Por outro lado, as diferenças encontradas no teor de colagénio total e solúvel parecem estar reflectidas na dureza da carne avaliadas no teste de TPA (Textura Profile Analysis) e que mostraram que a carne de PA é menos dura que a de Bísaro. O colagénio, juntamente com outras proteínas, forma o tecido conjuntivo,

responsável por influenciar a textura do músculo (Tortora e Derrickon, 2009).

#### 4.2 Características física da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana.

Os resultados da avaliação das características físicas da carne de porco industrial e de porco de raça Alentejana estão apresentados no quadro 2. Foram registadas diferenças significativas relativamente aos parâmetros de cor L\*, b\* e tono. Os porcos de raça industrial revelaram um valor de L\* (brilho) (P<0,05), b\* (amarelo) (P<0,05) e tono/tonalidade (P<0,001) superiores.

Nos valores de a\*, croma e saturação não foram registadas diferenças significativa (P≥0.05), apesar dos porcos de raça Alentejana registarem um maior valor de a\* (13 vs. 9,6). Os valores de croma são próximos, mas o valor de saturação é 16,6% superior no porco de raça Alentejana.

Quadro 2. Características tecnológicas e cor da carne de porco industrial e de raça Alentejana

	Porco Industrial		Porco Alentejano		Significância
	Média	EP	Média	EP	
pH	5.59	0.05	5.74	0.10	NS
Capacidade de retenção de água (%)	19.0	1.6	15.6	0.4	NS
L*	58.7	2.2	50.7	1.2	*
a*	9.6	1.0	13.0	1.1	NS
b*	11.0	0.6	8.3	0.7	*
Tono	49.1	2.2	32.4	1.3	***
Croma	14.6	1.0	15.4	1.3	NS
Saturação	0.25	0.02	0.30	0.02	NS

Significância: \*\*\*P<0.001, \*\*P<0.01, \*P<0.05, NS - P≥0.05.

Os valores obtidos de pH encontram-se no intervalo de pH considerado normal na carne suína varia de 5,5 a 5,8 (Honikel, 1987) apesar do pH final ter sido superior na carne raça Alentejana, quando comparado com o da carne industrial. O porco Alentejo apresenta um maior teor de fibras oxidativas (aeróbicas) do que outras raças, demonstrado pelo teor de mioglobina. Esta alteração funcional na fibra reflete-se na evolução post-mortem do valor do pH cujo valor final esperado é inversamente proporcional ao número de fibras musculares do tipo IIB (anaeróbicas) (Silva, 2016). Segundo Mera (2016) a tenrura do músculo *Longissimus* está relacionada com o pH e valores menores que 5,8 estão relacionados com maior tenrura. Contrariamente, um pH último elevado, dá à carne uma cor mais escura e diminuição de perda de água (Václavková e Bečková, 2008). No entanto, quanto maior o pH acima desse limite, menos tenra é a carne, apresentando a carne dura valores geralmente de pH de 6,2 ou superiores.

Normalmente o pH dos músculos “in vivo” é próximo sete (7). Por causa da glicólise pós-morte, o ácido láctico começa a acumular-se e o pH cai. Uma diminuição gradual do pH para um valor final próximo a 5,6 resulta em carne vermelha normal. Uma diminuição do pH muito rápida pode causar desnaturação da proteína, exsudação e cores pálidas típicas de carne de porcos PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole, exsudativa). Por outro lado, carne com pH alto (pH > 6) pode causar a chamada carne DFD (dark, firm, dry - escuro, duro, seco) (Sarcinelli *et al*, 2007).

A perda de água por gotejamento pode ser explicada pelo gasto do ATP muscular, que leva ao estabelecimento de ligações irreversíveis das proteínas actina e miosina, com redução do espaço miofibrilar, e/ou pela descida do pH para valores perto de 5.2 (o ponto isoelétrico da maioria das proteínas), reduzindo as forças electroestáticas repulsivas entre filamentos (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005).

A capacidade de retenção de água (CRA) o porco de raça Alentejana registou um valor inferior (cerca de 18%) que pode ser explicado pela composição química da carne e pelas diferenças no teor de colagénio total.

Assim, um teor superior de colagénio total (CT) esta relacionado com uma menor CRA devido ao fato de o colagénio não evidenciar CRA quando comparado com com as proteínas contráteis actina e miosina. Por outro lado, a perda de água pode também ser influenciada pelo teor em lípidos intramusculares, variando inversamente em relação a estes (Muriel *et al.*, 2004). O PA registou aproximadamente mais 540% de lípidos neutros. Por outro lado, autores referem que o aumento do exercício resulta numa diminuição da perda de água (Lambooy *et al.*, 2004) e que além disso, o consumo de recursos naturais, neste caso de pastagem, diminui as perdas de água devido ao aumento de tocoferóis nos músculos (Rosenvold e Andersen, 2003).

De acordo com Fialho (2018) as perdas de água são importantes devido ao impacto que têm na perda de peso do produto vendável e depreciação da sua qualidade nutritiva (perda de vitaminas, proteínas e minerais solúveis), e ainda na qualidade do produto final.

A cor da carne é medida quimicamente pelo teor de mioglobina nos músculos. A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada (Sarcinelli *et al.*, 2007). As diferenças encontradas no teor de pigmentos terão influenciado a cor da carne nomeadamente o TONO (tonalidade ou ângulo de tono) que registou um valor superior altamente significativo na carne dos porcos industriais que apresentaram um aspecto rosa, enquanto que o porco de raça Alentejana evidenciou uma cor/tonalidade vermelha. Esta diferença na tonalidade foi a resultante de diferenças nas coordenadas cromáticas  $a^*$  (vermelho) e  $b^*$  (amarelo). Assim o PA registou maior valor de  $a^*$  26% superior (NS) e de  $b^*$  24% inferior (NS) que resultou num menor angulo de tono ou tonalidade, isto é, tonalidade mais vermelha.

Alguns autores não observaram efeito da raça na cor da carne suína avaliada sensorialmente por provadores, por medidas objetivas, nem por quantidade de mioglobina (Brewer *et al.*, 2001; Latorre *et al.* 2003). Os valores de  $L^*$  obtidos neste trabalho são semelhantes aos postulados por Van Der Wal *et al.* (1988) para a carne considerada normal ( $L^*=53,5$ ). Portanto, as carnes podem ser consideradas sem anomalias, pois, segundo Warris & Brown (1995),

o “Meat and Livestock Commision”, órgão ligado à AMSA (American Meat Science Association), considera valores de L\* entre 49 e 60 dentro dos padrões de qualidade da carne suína. No entanto, Van Laack & Kauffman (1999) consideraram carnes com valores de L\* da ordem de 55-56 como sendo PSE. Rübensam (2000) sugerem que os dados de cor não podem ser avaliados isoladamente, uma vez que sofrem influência direta do pH e da capacidade de retenção de água.

De acordo com (Gentry et al., 2002, Gentry et al., 2004) animais criados sobre um sistema extensivo apresentam um maior valor da coordenada cromática a\* (cor vermelha) quando comparados com animais criados em confinamento. Este valor pode ser devido ao aumento do exercício espontâneo desenvolvido por porcos em regime de acabamento numa área com maior espaço (Gentry et al., 2002).

## **5. Conclusões**

O estudo do músculo *Longissimus dorsi* (lombo) proveniente de porcos de raça industrial e de raça Alentejana adquiridos nos mercados de Évora evidenciaram diferenças significativas ao nível da composição química e da cor. De salientar o teor de lípidos neutros ou depósito cerca de cinco vezes superior (3,57%) e de lípidos polares cerca do dobro (1,74%) no porco de raça Alentejana.

Por outro lado, nestes músculos foi observado um teor de colagénio total inferior 32% (8,5 ug/mg MS) mas sobretudo um teor de colagénio solúvel 3,4 vezes inferior. Ao nível do estudo da cor, o porco de raça Alentejana evidenciou um teor de pigmentos totais (cor química) muito superior (mais do dobro) e um ângulo de tono (cor física) significativamente inferior (tonalidade mais vermelha).

Em conclusão, este estudo sugere que a carne do porco de raça Alentejana relativamente à de raça industrial será mais suculenta com uma textura tendencialmente mais branda e uma cor mais vermelha.

## 6. Bibliografia

- ABRIL, M., CAMPO, M. M., ÖNENÇ, A., SAÑUDO, C., ALBERTÍ, P.,  
NEGUERUELA, A. I., (2001). Beef colour evolution as a function of  
ultimate pH. *Meat Science*, 58 (1), 69-78.
- ACPA., (2019). Porco Alentejano-Padrão da Raça. Acedido em março 2019.  
Disponível em  
<http://www.porcoalentejano.com/index.php?modulo=pagina32>.
- AMIN, M., KIEFER, C., FEIJO, G. L. D., GONCALVES, L. M. P., SOUZA, K. M.,  
(2014). Energy and ractopamine levels in meat pork quality. *Revista  
Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.15, n.2, 484-492.
- ANDRÉS, A.I., CAVA, R., MAYORAL, A.I., TEJEDA, J. F., MORCUENDE, D.,  
Ruiz, J., (2001). Oxidative stability and fatty acid composition of pig  
muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic  
type of muscle fibre. *Meat Science* 59, 39– 47.
- ANDRÉS, A. I., RUIZ, J., VENTANAS, J., TEJEDA, J. F., MAYORAL, A.I., (1999).  
Muscle fibre types in Iberian pigs : influence of crossbreeding with Duroc  
breed and rearing conditions. *Annales de Zootechnie* 48, 397–405.
- BARBOSA, N. D., (2017). Caracterização físico-química de Presuntos de porcos  
da raça Bísara com diferentes tempos de cura. Tese de Mestrado,  
Escola Superior Agraria de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança.
- BEATTIE, V. E., O'CONNELL, N. E., & MOSS, B. W., (2000). Influence of  
environmental enrichment on the behaviour, performance and meat  
quality of domestic pigs. *Livestock Production Science*, 65: 71–79.
- BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., (2002) Simultaneous  
determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat  
of suckling and adult pigs. *Food Chemistry*, 79: 255-260.
- BREWER, M. S., ZHU, L. G., BIDNER, B., MEISINGER, D. J., MCKEITH, F. K.,  
(2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and  
relationship to instrumental parameters. *Meat Science* 57, 169–176.

- BRIDI, A. M., & ABÉRCIO, C. S. DA., (2016). Qualidade da Carne Suína e Fatores que Influenciam. Obtido 21 de Fevereiro de 2019, de <http://docplayer.com.br/18843097-Qualidade-da-carne-suina-e-fatores-queinfluenciam.html>
- BRIDI, A. M., SILVA, C. A., (2009). In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. Avaliação da Carne Suína. 1 ed. Londrina: Midiograf, volume 1, 17-30.
- BRITO. R. M., (2014). Efeito da suplementação alimentar de betaína no perfil lipídico de dois músculos de suínos Alentejanos. Dissertação Mestrado em Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora.
- CANNATA, S., ENGLE, T., MOELLER, S., ZERBY, H., BASS, P., & BELK, K., (2009). Intramuscular fat and sensory properties of pork loin. *Italian Journal of Animal Science*, 8, 483-485.
- CARVALHO, M, A, M., (2009). Estudo Da Alometria Dos Ácidos Gordos em Suínos Da Raça Bísara. Tese de Doutoramento na Área Científica de Ciência Animal. UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO. Vila Real, 598 pp.
- CARVALHO, M, A, M., (2015). os suínos da raça bísara e sustentabilidade do mundo rural, CIMO, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança.
- CASABIANCA, F., (1996). Optimization des systèmes traditionnels du porc méditerranéen. *Produzione Animale*, IX (III SERIE): 51-57.
- CATELA, S, D, J., (2013). Comparação Do Perfil De Ácidos Gordos Em Carne De Suíno Produzida Com Diferentes Objetivos Comerciais. Dissertação De Mestrado Integrado Em Medicina Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade De Lisboa, 81 pp.
- CAVA, R., RUIZ, J., LÓPEZ-BOTE, C., MARTÍN, L., GARCÍA, C., VENTANAS, J., ANTEQUERA, T., (1997). Influence of finishing diets on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pig. *Meat Science* 45, 263–270.

- CHARNECA, R., FREITAS, A., MARTINS, J., NEVES, J., ELIAS, M., LARANJO, M., & NUNES, J., (2017). Alentejano and Bísaro pigs: tradition and innovation – the TREASURE project. In Proceedings of the 11th International Symposium - Modern Trends in Livestock Production, Belgrade, Serbia: Institute for Animal Husbandry, 146-155.
- CHARNECA, R. M. C., (2010) Estudo de factores que influenciam a mortalidade de leitões alentejanos: comparação com um genótipo convencional. Tese de Doutoramento em Ciências Veterinárias. Universidade de Évora, Évora, 168 pp.
- CISNEROS, F., ELLIS, M., McKeith, F. K., McCaw, J., & FERNANDO, R. L., (1996). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74, 925-933.
- CRIPPA, L. R., (2010). Carne suína PSE: Incidência e reflexos no processo de elaboração do bacon em uma indústria do vale do taquari. Monografia de Bacharel em Química Industrial. Centro Universitário Univates, Curso de Química Industrial.
- DABÉS, A. C., (2001). Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, 25, 288, 32-40.
- DAZA, A., OLIVARES, A., REY, A. I., RUIZ, J., LÓPEZ-BOTE, C.J., (2008). Iberian pig production: the problems of success. *Options Méditerranéennes A*, 78: 163–171.
- ESTÉVEZ, M., MORCUENDE, D., & CAVA, R., (2003). Oxidative and colour changes in meat from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live weight and from industrial pig during refrigerated storage. *Meat Science*, 65(3): 1139-1146.
- FAO., (2016). Agriculture and Consumer Protection Department.

- FÁVERO, J., CRESTANI, A., PERDOMO, C., BELLAVER, C., PILLON, C., FIALHO, F., LIMA, G., ZANELLA, J., MORÉS, N., SILVEIRA, P., (2003). Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos. Concórdia: Embrapa, 12 pp.
- FERNANDES, L. S., FREITAS, A. B., D'ABREU, M. C., (2008). Evolução dos sistemas de produção de porco Alentejano e efeitos do aumento de preço dos alimentos compostos na viabilidade económica da atividade. Revista de Suinicultura, 78, 54-63.
- FERNANDEZ, X., MONIN, G., TALMANT, A., MOUROT, J., LEBRET, B. (1999). Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat. 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. longissimus lumborum*. Meat Science, 53, 59-65.
- FERREIRA-CARDOSO J. V., PARTIDÁRIO A. M., SEQUEIRA C. A., (2001). Composição em ácidos gordos dos lípidos neutros e polares da gordura subcutânea e do músculo de suínos. Influência da localização anatómica e da utilização de castanha na dieta da fase de acabamento. In: Actas do 5º Encontro de Química dos Alimentos - Qualidade, Segurança & Inovação, p. 80-84.
- FIALHO. T. R. A., (2018). Características físico-químicas de diferentes músculos e da gordura subcutânea dorsal em raças suínas autóctones portuguesas e seus cruzamentos. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de ciência e tecnologia. Universidade de nova Lisboa.
- FJELKNER-MODIG, S., & TORNBERG, E., (1986). Intramuscular Lipids in *M. Longissimus Dorsi* from Pork, as Related to Breed and Sensory Properties. Journal of Food Quality, 9(3), 143–160.
- FRANCO, A., (2011). Porco Alentejano - o senhor do montado. althum.com, Lisboa.
- FRAZÃO, T. L., (1984). O porco Alentejano melhorado. Boletim Pecuário L: 13-75.
- FREITAS A. B., (2011). A Raça Suína Alentejana e a valorização dos montados. O Segredo da Terra-revista de agricultura biológica, 32: 14-16.

- FREITAS, A. B., (2006). Alimentação em regime extensivo: Raça Suína Alentejana. IV Jornadas Internacionais da Suinicultura. Vila Real.
- FREITAS, A. B., (2014). A raça suína Alentejana: passado, presente e futuro. In Las razas porcinas Iberoamericanas: un enfoque etnozootécnico (ed. OL Silva Filha), 55-80, Instituto Federal Baiano, Salvador.
- FREITAS, A. B., NEVES, J. A., MARTINS, J. M., (2006). O sistema agro-silvo-pastoril da raça suína Alentejana. IV Congreso Latinoamericano de Agroforesteria para la Produccion Pecuaria Sostenible, Varadero, Cuba.
- FREITAS, A., NEVES, J., NUNES, J. T., CHARNECA, R., MARTINS, J. M., (2007). Desenvolvimento do tecido adiposo e muscular em suínos de raça Alentejana. *Revista de Ciências Agrárias*, 30: 317-322.
- GENTRY, J. G., MCGLONE, J. J., BLANTON, J. R., MILLER, M. F., (2002). Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. *Journal of Animal Science* 80, 2833–2839.
- GENTRY, J. G., MCGLONE, J. J., MILLER, M. F., BLANTON, J. R., (2004). Environmental effects on pig performance, meat quality, and muscle characteristics. *Journal of Animal Science* 82, 209–217.
- GOULART, F. F. J., (2013). Avaliação nutricional e organolética de carne proveniente de suínos sujeitos a diferentes dietas: Resultados Preliminares. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências Tecnologia. Universidade Nova Lisboa, 81.
- GOUTEFONGEA, R. (1966). Étude comparative de différentes méthodes de mesure du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. *Annales de Zootechnie*, 15: 291-295.
- GRAVE, M. M. F. d. C., (2015). Características da carcaça em suínos de raça Alentejana e cruzados Large White x Landrace terminados em montanha. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica – Especialidade Agro-Pecuária Lisboa: Universidade de Lisboa.

- HENNING, M., (2007). Estudo de características de crescimento e carcaça de suínos Landrace x Large White com diferentes grupos genéticos. Curitiba: Dissertação (Mestrado) – Univ. Federal do Paraná 38 pp.
- HERMESCH, S., LUXFORD, B., & GRASER, H.-U., (1997). Genetic relationships between intramuscular fat content and meat quality, carcass, production and reproduction traits in australian pigs. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed Genet., 12, 499-502.
- HEYER, A., (2004). Performance, Carcass and Meat Quality in Pigs. Influence of rearing system, breed and feeding. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Swedish, 135 pp.
- HONIKEL, K. O., (1987). How to Measure the Water-Holding Capacity of Meat? Recommendation of Standardized Methods. In P.V. Tarrant, G. Eikelenboom, G. Monin (Ed.), Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs (Vol. 38, pp. 129- 142): Dordrecht - Martinus Nijhoff Publishers.
- HORNSEY, H. C. (1956). The colour of cooked cured pork. I. - Estimation of the Nitric oxide-Haem Pigments. Journal of the Science of Food and Agriculture, 7: 534-540.
- HUFF-LONERGAN, E., 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.
- HUIDOBRO, F. R., Miguel, E., Blázquez, B., e Onega, E. (2005). A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. Meat Science, 69 (3), 527-536
- IRGANG, R. (1998). Limites Fisiológicos do Melhoramento Genético de Suínos. Em: XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília: Simpósios, p. 355-369.
- JORGE, S. M. M. S. (2016). Efeito do sistema de produção nas características físico-químicas e no perfil lipídico de três músculos de suínos Alentejanos. Dissertação para obtenção do Grau de Mestrado em Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora - Departamento de Zootecnia, Évora, 100 pp.

- LAMBOOIJ, E., HULSEGGE, B., KLONT, R.E., WINKELMAN-GOEDHART, H.A., REIMERT, H.G.M., KRANEN, R.W., (2004). Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post mortem muscle metabolites and pork quality characteristics. *Meat Science* 66, 855–862.
- LATORRE, M.A., LÁZARO, R., GRACIA, M. I., NIETO, M. (2003). Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Science*, 65, 1369-1377.
- LAWRIE, R. A. (2005). *Ciência da carne*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 384.
- LEBRET, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal* 2, 1548–1558.
- LINDAHL, G., LUNDSTRÖM, K., TORNBERG, E. (2001). Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. *Meat Science*, 59 (2), 141-151.
- LO FIEGO, D., SANTORO, P., MACCHIONI, P., & De LEONIBUS, E. (2005). Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Science*, 69, 107-114.
- LOURENÇO, M. DO C., (2009). Efeito da raça e do sexo na qualidade físico-química e sensorial da carne de porco. Bragança: Escola Superior Agrária. Dissertação de Mestrado em Tecnologias Animais.
- LUKIĆ, B., KUŠEC, G., ĐURKIN, I., KEKEZ, D., MALTAR, Z., & RADIŠIĆ, Ž. (2010). Variations in carcass and meat quality traits of heavy pigs. *MESO*, XII, 53-58.
- MAGNOLI, D., PIMENTEL, I. (2006). A importância da carne suína na nutrição humana. São Paulo: UNIFEST, p 4.
- MARMER, W. N. E MAXWELL, R. J., (1981). Dry column method for the quantitative extraction and simultaneous class separation of lipids from muscle tissue. *Lipids*, 16 (5): 365-371.
- MEINCLE, W. (2003). Principais fatores que afetam o rendimento de carcaça. Paraná: Génétiporc, p 4.

- MELDAU, C, D., (2019a). Suíno Duroc. Disponível em: <https://www.infoescola.com/animais/suino-duroc/>. Acesso em: 11/03/2019.
- MELDAU, C, D., (2019b). Suíno Pietrain. Disponível em: <https://www.infoescola.com/animais/suino-pietrain/>. Acesso em: 11/03/2019.
- MELICIANO, G, A, M., (2001). Bem-estar animal em suínos e efeitos em alguns parâmetros da segurança e qualidade da carne. Tese mestrado. Escola superior agrária de santarém. Instituto politécnico de santarém.
- MERA, J. D. R., (2016). Impacto do pH final na maciez do músculo Longissimus lumborum de animais zebuínos: mudanças estruturais de proteínas da carne crua e cozida durante a maturação. Tese de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MONIN, G., (1988). Évolution post-mortem du tissu musculaire et conséquences sur la qualité de la viande de porc. Journées Recherche Porcine en France 20, 201–214.
- MONIN, G., (2000). Influence des facteurs de production sur les qualités technologiques et sensorielles des viandes de porc., Options Méditerranéennes, 41: 167–179.
- MONTEIRO, J. M. C., (2007). Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. São Paulo.
- MOURA, F, W, J., MEDEIROS, M, F., ALVES, M, G, M., BATISTA, M, S, A., (2015). Fatores Influenciadores na Qualidade da Carne Suína. Rev. Cient. Prod. Anim., 17, 1, 18-29.
- MURIEL, E., RUIZ, J., VENTANAS, J., PETRÓN, M.J., ANTEQUERA, T., (2004). Meat quality characteristics in different lines of Iberian pigs. Meat Science 67, 299–307.
- NEVES, J. A., (1998). Influência da engorda em montanha sobre as características bioquímicas e tecnológicas da matéria prima e do

- presunto curado de porco alentejano. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, 244.
- NEVES, J. A., MARTINS, J. M., FREITAS, A., (2012). Composição química do lombo curado: efeito da matéria prima. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável. Departamento de Zootecnia, Universidade de Évora, 279-282.
- NP-1614 (2009). Meat and Meat Products. Determination of Moisture Content. Reference Method. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- NP-3441 (2008) Measurement of pH. Reference method. In Meat and meat products. Lisboa: Direcção Geral da Qualidade.
- NUNES, J. L. T., (1993). Contributo para a reintegração do porco alentejano no montado. Tese de doutoramento. Universidade de Évora.
- OECD-FAO., (2018). OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026.
- OLIVARES, A., DAZA, A., REY, A., & LOPEZ-BOTE, C., (2009). Interactions between genotype, dietary fat saturation and vitamin A concentration on intramuscular fat content and fatty acid composition in pigs. *Meat Science*, 82, 6-12.
- PARDI, C, P., SANTOS, I, F., SOUZA, E R., & PARDI, H, S., (1993). *Ciência Higiêne e Tecnologia da Carne*. Goiânia, EDUFF, V1.
- PARDI, M. C. et al., (2001). *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 623.
- PAREDIA.G, M. A., SENTANDREV, M. A., MOZZARELLI, A., HOLLUNG, K., ALMEIDA, A. M., (2013). Muscle and meat: New horizons and applications for proteomics on a farm to for perspective. *Jornal Proteomics*, 88, 158-821.
- PUGLIESE, C., & SIRTORI, F., (2012). Review: Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds. *Meat Science*, 90, 511-518.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M., (2007). *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. 5. ed. Viçosa: UFV, 599 pp.

- RAZQUÍN, M, C., (1975). O porco e sua alimentação racional, Mateo Carbonell Razquín. Biblioteca agrícola Litexa – Portugal.
- REIS, J., (1995). Acerca do Porco. Lisboa: Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores.
- RIBEIRO, G. P., FARINHA, N., SANTOS, R., NEVES, J., (2007). Effect of three different foodstuffs on the physical and chemical characteristics of the Longissimus dorsi muscle of the Alentejana breed pig. Escola Superior Agrária de Elvas. Revista de Ciências Agrárias, 30, 1, 375-384.
- ROÇA, R.O., (2000). Propriedades da carne; Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal; F.C.A. - UNESP - Campus de Botucatu.
- ROSENVOLD K. y ANDERSEN H. J., (2003). Factors of significance for pork quality: a review. Meat Science ,64: 219-237.
- RÜBENSAM, J. M., (2000). Transformações post mortem e qualidade da carne suína. In 1ª Conferência Internacional Virtual sobre a Qualidade da Carne Suína, 89-99, Concórdia, Brasil.
- SANTOS, R., RIBEIRO, M. DA G., FARINHA, N., BARRADAS, A., NEVES, J. A., BENTO, P., (2008). Study of the influence of different foodstuffs over quantitative and qualitative characteristics of fat in alentejana breed pigs. Revista de Ciências Agrárias, 31, 1, 5-16.
- SARCINELLI, M. F., VENTURINI, K. S., & SILVA, L. C. DA., (2007). Características da Carne Suína. Revista Brasileira de Zootecnia, 1(1), 1–7.
- SATHER, A., JONES , S., & JOYAL, S., (1990). Feedlot performance, carcass composition and pork quality from entire male and female Landrace and Large White market-wheight pigs. Canadian Journal of Animal Science, 71: 29-42.
- SCHMIDT, M. K., VEUM, T.L., CLARK, J. L., KRAUSE, G. F., (1973). Chemical composition of crossbred swine from birth to 136 Kg with two planes of nutrition from 53 to 136 Kilograms. Journal of Animal Science 37, 683–687.

- SELLIER, P., (1995). Genetics of pork quality. In: Conferencia Internacional Sobre Ciências e Tecnologia de produção e Industrialização de suínos Campinas. Anais. Campinas: CTC-ITAL, 1-34.
- SERNA, E. S., (2013). Tecnología y caracterización de productos cárnicos curados obtenidos a partir de cerdo Chato Murciano, Murcia: Universidad Caólica San Antonio.
- SERRA, X., GIL, F., PÉREZ-ENCISO, M., OLIVER, M., VÁSQUEZ, J., GISPERT, M., NOGUERA, J., (1998). A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics os Iberian and Landrace pigs. *Livestock Production Science*, 56, 215-223.
- SILVA, D, R, S, B., (2016). Lombo de Porco Fumado VS Seco, Tese de Mestrado. Instituto Politécnico De Beja, Escola Superior Agrária.
- SILVA, D. A. A., (2015). Efeito da atividade física nas características físico-químicas e no perfil lipídico da gordura subcutânea e de um músculo de suínos alentejanos. Tese de Mestrado, Departamento de Zootecnia, Universidade de Évora.
- SILVA, P., (2003). O porco Alentejano: “Uma riqueza natural a conservar”. Boletim informativo da Escola Superior Agrária de Beja, 2.
- SOUZA, R. R., OLIVEIRA, R. P., RODRIGUES, R. D., FERREIRA, S. S., RODRIGUES, G. M., NASCIMENTO, F.G.O., (2013). Carne suína pse e sua correlação com a qualidade: uma revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 1, 20, 1-17.
- TAYLOR, G., ROESE, G., HERMESCH, S., (2005a). Breeds of LargeWhite. Disponível em:[https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0008/45566/Breeds\\_of\\_pigs - Large White - Primefact 62-final.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0008/45566/Breeds_of_pigs_-_Large_White_-_Primefact_62-final.pdf). Acesso em: 11/03/2019.
- TAYLOR, G., ROESE, G., HERMESCH, S., (2005b). Breeds of pigsLandrace. Disponível em:[https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf\\_file/0008/45557/Breeds\\_of\\_pigs-Landrace - Primefact 63-final.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0008/45557/Breeds_of_pigs-Landrace_-_Primefact_63-final.pdf). Acesso em: 11/03/2019.

- TEIXEIRA, S. F., POMBAS, S. A., (1976). Suinicultura. Coleção Técnica agrária. Lisboa.
- TERRA. N. N., FRIES. M. L. L., (2000). A qualidade da carne suína e sua industrialização. 1a Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000 — Concórdia, SC. 147-151.
- TIRAPICOS NUNES, J., PAIVA, J. C., GOMES, C., FREITAS, A. B., ALMEIDA, J. A., (2000). Effects of diets during growth and their repercussion on the quantitative and qualitative characteristics of carcass. Options Méditerranéennes: Série A, 41, 159-163.
- TORIBIO, R. R., (2011). Estudio Descriptivo-Comparativo de Productos Cárnicos Asociados a La Denominación de Origen "Jamón de Teruel", Cáceres: Univerdidad de Extremadura.
- TORTORA, G. J., e DERRICKSON, B., (2009). Principles of Anatomy and Physiology. Hoboken, N.J.: Wiley.
- VÁCLAVKOVÁ, E., BEČKOVÁ., (2008). Housing systems and pig performance - Review. Research in Pig Breeding 2, 35–39.
- VAN DER WAL, P.G., BOLINK, A.H., MERKUS, G. S. M., (1988). Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD Pork. Meat Science, 24, 79-84.
- VAN LAACK, R. L. J. M., KAUFFMAN, R. G., (1999). Glycoltic potencial of red exudative pork longissimus muscle. Journal of Animal Science, 77, 2971-2973.
- WARRIS, P. D., BROWN, S. N., (1995). The relationship between reflectance (EEL-value) and colour (L\*) in pork loins. Animal Science, 61, 145- 147.
- ZEOLA, N. M. B. L., SOUZA, P. A., SOUZA, H. B. A., SILVA SOBRINHO, A. G., BARBOSA, J.C., (2007). Colour, water holding capacity and tenderness of lamb aged and injected with calcium chloride. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 59, 4, 1058-1066.