

Análise das categorias da qualidade da carne de suíno num matadouro

Analysis of pork quality categories in a slaughterhouse

António J. F. Raimundo

Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior Agrária, Departamento de Tecnologia Alimentar, Biotecnologia e Nutrição, Quinta do Galinheiro, S. Pedro, Apartado 310, 2001-904 Santarém, Portugal

(E-mail: antonio.raimundo@esa.ipsantarém.pt)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16206>

Recebido/received: 2016.12.22

Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.03.10

Aceite/accepted: 2017.03.13

RESUMO

Os produtores de carne podem vir a ter perdas de rendimentos se a qualidade da carne não for avaliada de uma forma exata aquando da sua comercialização. Uma grande variabilidade ao nível das carnes frescas conduz a produtos com uma grande variabilidade, se a qualidade não for devidamente controlada. A qualidade da carne de porco é influenciada por vários fatores genéticos e não genéticos ou ambientais, incluindo-se entre os primeiros – entre outros possíveis fatores – a raça, o genótipo, o sexo, a idade, o indivíduo e o músculo e entre os segundos – entre outros fatores – a nutrição e o maneo antes do abate. Estes dois conjuntos de fatores interagem e determinam o resultado dos processos metabólicos nos períodos *peri* e *post mortem*. As características fisiológicas da musculatura esquelética também explicam a variabilidade nas suas respostas metabólicas durante o stresse sofrido antes do abate e as subsequentes velocidade e amplitude do abaixamento do pH *post mortem*. No sentido de determinar a variabilidade na qualidade da carne num matadouro recorremos aos valores inicial e final do pH, ao valor Minolta L* e à percentagem de exsudação durante 48 horas, no músculo *Longissimus dorsi* de suíno. Com base nos valores desses parâmetros, utilizando critérios existentes na literatura e com base na nossa perceção técnico-científica das próprias amostras, elaborou-se um sistema de categorização da carne com oito categorias. Procedeu-se à comparação dos nossos resultados com os resultados de estudos relativos às categorias da qualidade da carne mencionados na literatura referentes a diferentes matadouros em diferentes países, de forma a identificar possíveis razões para a variabilidade encontrada.

Palavras-chave: Carne de suíno, matadouro, qualidade, variabilidade.

ABSTRACT

Meat producers have yield losses if meat quality is not assessed in an exact way when it is marketed. A great variability in fresh meat leads to a great variability on meat products if quality is not adequately controlled. The quality of pork is influenced by various factors, genetic and non-genetic or environmental. In the first group we can include, amongst others, breed, genotype, sex, age, the individual and the muscle, and in the second, amongst others, we can include nutrition and pre-slaughter handling. These two groups of factors interact and determine the result of metabolic processes in the *peri* and *post mortem* periods. The physiological characteristics of skeletal musculature also explain the variability in its metabolic responses during pre-slaughter stress and the subsequent speed and amplitude of *post mortem* pH decline. In order to determine the variability in meat quality in a slaughterhouse, we used initial and ultimate pH values, Minolta L* value and 48 hours' drip loss in pig *Longissimus dorsi*. Based on the values of those parameters and using criteria found in scientific literature a meat category system comprising eight categories was elaborated. In order to identify possible reasons for the variability that was found we carried out a comparison of our results with those of other studies related to meat quality categories in slaughterhouses in different countries,

Keywords: Pork, slaughterhouse, quality categories, variability.

INTRODUÇÃO

De acordo com Pearson e Young (1989), foi Ludvigsen (1954) quem primeiro descreveu a carne de tipo *pale soft and exudative* (PSE), ou pálidas, moles e exsudativas, à superfície, em fresco. Briskey (1964), descreveu as carnes de suíno de tipo PSE e as carnes de tipo *dark, firm and dry* (DFD), ou escuras, firmes e secas, à superfície, em fresco. Esses tipos/categorias de carne têm vindo a ser reconhecidos como uma das principais condicionantes económicas ao consumo de carne fresca e ao fabrico de produtos cárneos transformados. As carnes dos tipos PSE e DFD são pouco ou nada atraentes e são discriminadas pelos consumidores (Viljoena *et al.*, 2002).

Diversos trabalhos, em diversos países, referem a incidência de “carnes defeituosas” entre os 0,1% e os 90% (Briskey, 1964; Warriss, 1987; Warner e Eldridge, 1988; Fortin, 1989; Cassens *et al.*, 1992; Trout, 1992; McKeith *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1994, Meisinger e Berg, 2006; Van de Perre *et al.*, 2010a).

As carnes defeituosas, PSE e DFD, têm gradações entre os dois tipos extremos, podendo, assim, ser possível dentro de cada um destes tipos de carne detetar amostras de carne de suíno que não exibam as três características atribuíveis a cada um destes tipos. Também pode acontecer que uma carne, aparentemente classificada num tipo, exiba propriedades tradicionalmente atribuíveis ao outro tipo. Por isso, outros autores, como Kauffman *et al.* (1992), sugeriram outras denominações ou categorias, que, apesar de se basearem nas PSE e DFD, tentam definir de forma menos rígida as categorias da qualidade carne. Assim, para além das denominações PSE e DFD, podem, por exemplo, encontrar-se denominações *dark and exudative* (DE) ou escura e exsudativa (EE), *pale and nonexudative* (PNE) ou pálida e não exsudativa (PNE) e somente *pale and exudative* (PE) ou pálidas e exsudativas (PE). Na década de 80 do século passado surgiu ainda a categoria *red, soft and exudative* (RSE) ou vermelha, mole e exsudativa, à superfície, em fresco (Greaser, 1986; Pearson e Young, 1989; Miller *et al.*, 2000).

O objetivo deste trabalho foi determinar a incidência de diferentes categorias da qualidade – ou seja, a variabilidade ao nível de alguns dos parâmetros da qualidade – em 146 suínos de abate,

obtidos a partir de 21 lotes de animais, parqueados 24 horas num matadouro português, entre março e julho de 2000.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos em condições comerciais, em animais escolhidos aleatoriamente entre as populações de suínos de um agrupamento de criadores, de cujas amostras de carne foram obtidas de carcaças no dia seguinte ao abate.

Os animais estudados eram resultantes de cruzamentos, que incluíam património genético das raças Landrace, Large White e Piétrain.

Dados relativos aos números de animais estudados e à sua distribuição por tipos sexuais e por exploração, controlo e pelas restantes explorações, podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1 - Número de animais e sua distribuição por tipos sexuais. Rácios fêmeas (f):machos (m)

	Animais		
	f	m	c*
<i>n</i> = 146	74	71	1
Rácio fêmeas: machos	1**		

*Castrado **Não incluindo castrado.

Condições gerais

Os animais viajaram durante cerca de 40 a 150 minutos, no trajeto entre a exploração e o matadouro, e somente em dois casos o tempo de viagem se situou acima de cerca de 90 minutos.

A densidade animal no veículo de transporte, calculada com base no peso morto, foi de, em média, 0,41 m².100 kg de peso vivo⁻¹, com valores entre 0,34 e 0,46 m².100 kg de peso vivo⁻¹.

As temperaturas do ar ambiente medidas na zona geográfica de origem dos animais, no dia do

transporte, atingiram valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente: entre 9,4 e 13,8°C; entre 20,8 e 37,6°C; e 13,8 e 21,5°C. A humidade relativa do ar [medida às 9 horas de Tempo Universal Coordenado UTC] na zona geográfica de origem dos animais, no dia do transporte, atingiu um valor médio de 63,9%, com valores entre 27,0% e 98,0%.

As temperaturas do ar ambiente medidas na zona geográfica do matadouro, no dia do transporte, atingiram valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente: entre 10,5 e 20,8°C; entre 18,0 e 39,3°C; e entre 14,6 e 22,5°C. A humidade relativa do ar (medida às 9 horas UTC) na zona geográfica do matadouro, no dia do transporte, atingiu um valor médio de 66,8%, com valores entre 31,0% e 97,0%.

A densidade animal na abegoaria, calculada com base no peso morto, situouse entre e 0,34 a 0,47 m². animal⁻¹ e atingiu um valor médio de 0,43 m². animal⁻¹. No entanto, os valores mais baixos só se verificaram em três dos 19 lotes de animais estudados, apresentando os restantes valores acima de 0,40 m².

As temperaturas do ar ambiente medidas no dia do abate, atingiram valores mínimos, máximos e médios de, respectivamente: entre 9,9 e 14,6°C, entre 21,4 e 39,2°C; e entre 15,7 e 21,7°C. A humidade relativa do ar (medida às 9 horas UTC) no dia do abate atingiu um valor médio de 67,0%, com valores entre 25,0% e 97,0%.

A temperatura do ar medida na abegoaria imediatamente antes do abate atingiu um valor médio de 22°C, com valores entre 17°C e 26°C, e a humidade relativa atingiu um valor médio de 80%, com valores entre 53% e 97%.

Os animais foram abatidos com uma cadência de abate entre 160 a 200 animais.h⁻¹, após terem sido submetidos a cerca de 24 horas de permanência nos parques da abegoaria do matadouro.

Condução dos animais até ao local de atordoamento e o processo de atordoamento

O encaminhamento dos animais até ao local de atordoamento consistiu, numa primeira fase, na

mudança dos animais até parques próximos do local de atordoamento e com uma capacidade para cerca de 10 a 12 animais; um número adequado ao preenchimento do espaço de atordoamento. Após esta manipulação, os animais foram então encaminhados até ao local de atordoamento.

A condução dos animais foi efetuada com o auxílio de objetos mecânicos para estimulação do seu movimento. O corredor ou manga tinha uma largura que permitia a passagem simultânea de dois animais e possuía, à entrada para o local de atordoamento, um projetor de luz virado para a manga.

Utilizando uma mangueira, molharam-se os animais aleatoriamente nos parques, antes de serem deslocados e durante a deslocação, com o objetivo de diminuir a conspurcação superficial da pele e, em dias de calor, diminuir a temperatura ambiente e a temperatura corporal.

Os animais foram atordoados com um sistema de eletronarcose manual (190 V; 1,5 A e 50 Hz).

Valores inicial (pH_i) e final (pH_u) do pH

O valor do pH_i foi medido com um potenciómetro (WTW, Wissenschaftlich Technische Werkstätten GmbH, modelo pH95/SET – 2, Weilheim, Alemanha) (com uma exactidão de ±0,01), com sonda de temperatura da mesma marca (modelo TFK 150/E) (com uma exactidão de ±0,2 K) e um eléctrodo de vidro (Eutech Instruments Europe, modelo ECFG 6351101B, Nijkerk, Holanda). Cerca de 50 minutos após o abate, ao alcançarse a estabilização do valor da temperatura medida com a sonda da temperatura, o pH_i foi medido, em duplicado, nas carcaças, no *Longissimus dorsi* (Ld), na zona das três primeiras vértebras lombares, na hemicarça direita, na superfície do corte de separação das duas hemicarças, entre os processos espinhosos das vértebras lombares, a uma profundidade de cerca de 5 cm.

Da mesma forma, o pH_u foi medido, em duplicado, cerca de 30 horas após o abate, a cerca de 5 cm de profundidade, num ponto a 6 cm da linha média, no interior de duas costeletas, retirados da mesma zona anatómica em que foi medido o pH_i.

Luminosidade (Minolta CIE L*)

Cerca de 30 horas após o abate, após um período de oxigenação (*bloom*) de cerca de uma hora, a luminosidade foi medida, em duplicado, em duas costeletas (de cada carcaça), cortadas com cerca de centímetro e meio de espessura em máquina cortadora de costeletas, colhidas ao nível das três primeiras vértebras lombares, e das quais se separou o *Ld*. Para o efeito utilizouse um colorímetro (Minolta, modelo CR-210b, Osaka, Japão), equipado com um tubo projetor de luz com um diâmetro de 50 mm, calibrado com um azulejo padrão branco (CR-A44) e regulado para um iluminante D_{65} e um ângulo de visão de 0° . Durante a medição da cor a temperatura foi medida um termómetro HD 8704, marca Delta OHM (Caselle di Selvazzano, Itália) equipado com uma sonda de penetração TP 758, da mesma marca.

Percentagem de exsudação

As duas amostras musculares, onde se efetuaram as anteriores medições do valor do pH, foram, cerca de 32 horas após o abate (após serem desossadas e aparadas), pesadas numa balança (Ohaus Europe, Ltd., modelo E 1500-D, Cambridge, Reino Unido), com uma sensibilidade de 0,01 g (entre 0250 g) e colocadas em caixas de cassete de vídeo VHS em plástico (dimensões interiores: comprimento 19,25 cm; largura 11,25 cm; altura 2,5 cm), no fundo das quais foi previamente colocada uma camada de rede plástica com uma espessura de cerca de 1,5 mm e uma malha quadrada com um centímetro de lado, sobre a qual se colocou outra, com cerca de 1 mm de espessura e uma malha quadrada com 0,5 cm de lado. A caixa, depois de fechada foi colocada dentro de um saco de plástico (cuja boca foi atada com cordel) e conservada a uma temperatura entre 34°C , durante cerca de 24 horas. Ao fim desse tempo, retiraram-se as amostras das caixas, secaram-se com papel absorvente e procedeu-se a nova pesagem. Calculou-se então a percentagem de peso perdido ao longo do período de tempo considerado:

$$[(\text{Peso inicial} - \text{Peso após 24 h}) \times 100] / \text{Peso inicial.}$$

Os mesmos procedimentos foram adotados para medição da percentagem das perdas por exsudação ao longo dos restantes dias considerados.

Categorias da qualidade da carne

Com base nos valores obtidos para os diferentes parâmetros indicadores da qualidade e com base em informação contida na literatura, que define sistemas de categorização de acordo com a aplicação de critérios a um ou a um conjunto de parâmetros, foi decidido separar as amostras de carne através dum sistema de categorização em que se utilizaram o valor L^* , as perdas por exsudação ao fim de 2 dias e o pH_i e/ou pH_u (Quadro 2), permitindo, assim, a categorização da carne em: DFD, escura, escura e exsudativa, normal, RSE, pálida e não exsudativa, pálida e exsudativa e PSE.

Neste sistema incluímos, quer as categorias que utilizam as definições tradicionais PSE e DFD quer categorias intermédias designadas por ligeiramente, extremamente – entre outras – por Kauffman *et al.* (1992) e Kauffman *et al.* (1993), nomeadamente: *dark and non-exudative* (DNE); *red and nonexudative* (RNE); *pale and non-exudative* (PNE); *dark and exudative* (DE); *red and exudative* (RE); *red and extremely exudative* (REE); *pale and exudative* (PE); *pale and extremely exudative* (PEE). Optou-se por atribuir um peso maior ao conceito destes últimos dois grupos de autores, que, ao adotarem denominações que incluem as características das amostras quanto à luminosidade, e/ou perdas por exsudação, e/ou valores pH_i e pH_u , e/ou outras, tentam igualmente adaptar os seus critérios à realidade das características encontradas realmente nas amostras estudadas – tentando, assim, também diminuir o número de amostras não enquadráveis em qualquer categoria, como acontece em muitos dos trabalhos publicados, como – entre outros – Wismer-Pedersen (1959), Bendall e Lawrie (1964), Warriss (1982), Honikel (1987), Warriss (1987), Barton-Gade e Christensen (1998), Bendall e Swatland (1988), de Vries e van der Waal (1993), Honikel (1993), Tornberg *et al.* (1993), Faustman (1994), Roseiro *et al.* (1994), Warriss (2000); van Laack *et al.* (2001), Nanni Costa *et al.* (2002), O'Neill *et al.* (2003), Guàrdia *et al.* (2005), Mota-Rojas *et al.* (2006), Gajana *et al.* (2013), Van de Perre *et al.* (2010b), Vermeulen *et al.* (2015), Čobanović *et al.* (2016) e Kim *et al.* (2017).

No seguimento desta abordagem, para explicar a realidade através das características que as próprias amostras evidenciam, criou-se uma categoria, a da

Quadro 2 - Categorias da qualidade da carne e critérios aplicados aos diversos parâmetros indicadores da qualidade usados simultaneamente para avaliar as amostras

I. CATEGORIAS OU TIPOS DE CARNE ESCURA		
Nível I		
Utilização de um só parâmetro Critério: valor Minolta L* < 49,0 Categoria: Cor escura (Vermelho-arroxeadado escuro)		
Nível II		
Combinação possível de 4 parâmetros Critérios adotados:		
Valor Minolta L* < 49,0 e Exsudação ao fim de 48 h (%) < 3,50 e pH _i ≥ 6,00 e pH _u ≥ 5,85	Valor Minolta L* < 49,0 e Exsudação ao fim de 48 h (%) < 3,50 e pH _u < 5,85	Valor Minolta L* < 49,0 e Exsudação ao fim de 48 h (%) ≥ 3,50 e pH _u < 5,85
Categorias de carne escura resultantes da aplicação dos critérios:		
1	2	3
DFD	E	EE
<i>Dark, firm and dry</i> (ou escura, firme e superficialmente seca em fresco ou escura, firme e não exsudativa em fresco)	Escura (ou escura, não seca superficialmente em fresco e com valor do pH _u < 5,85)	Escura e exsudativa (em fresco)
II. CATEGORIAS OU TIPOS DE CARNE DE COR NORMAL		
Nível I		
Critério: valor Minolta L* ≥ 49,0 e < 54,5 Categoria: Cor normal (Rosa-avermelhado)		
Nível II		
Combinação possível de 4 parâmetros Critérios adotados:		
Valor Minolta L* ≥ 49,0 e < 54,5 e Exsudação ao fim de 48 h (%) < 3,50	Valor Minolta L* ≥ 49,0 e < 54,5 e Exsudação ao fim de 48 h (%) ≥ 3,50	
Categorias de carne com cor normal resultantes da aplicação dos critérios:		
4	5	
N	RSE	
Normal (ou normal, ou rosada, firme e não exsudativa, ou rosada e não exsudativa, em fresco)	Red, soft and exudative (ou rosada, mole e exsudativa ou rosada e exsudativa, em fresco)	
III. CATEGORIAS OU TIPOS DE CARNE PÁLIDA		
Nível I		
Utilização de um só parâmetro Critério: valor Minolta L* ≥ 54,5 Categoria: Cor pálida (Cinzeno-rosado pálido)		
Nível II		
Combinação possível de 4 parâmetros Critérios adotados:		
Valor Minolta L* ≥ 54,5 e Exsudação ao fim de 48 h (%) < 3,50	Valor Minolta L* ≥ 54,5 e Exsudação ao fim de 48 h (%) ≥ 3,50	Valor Minolta L* ≥ 54,5 e Exsudação ao fim de 48 h (%) ≥ 3,50 e pH ₅₀ ≤ 6,20 ou pH _u ≤ 5,40
Categorias de carne pálida resultantes da aplicação dos critérios:		
6	7	8
PNE	PE	PSE
Pálida e não exsudativa em fresco	Pálida e exsudativa em fresco	Pale, soft and exudative (ou pálida, mole e exsudativa em fresco)

carne escura (E) – somente escura, sem qualquer outra característica anormal –, não incluída em qualquer dos grupos de categorias definidas pelos autores anteriormente referidos.

Para inclusão no sistema de categorização, as amostras de carne analisadas foram em primeiro lugar alocadas a categorias de luminosidade ou da refletância superficial com base no seu valor Minolta L* (Quadro 2), definindo-se, assim, um primeiro e importante nível de anormalidade relativo à cor da carne. Deste modo, definiram-se num primeiro nível (Nível I), as três primeiras categorias: carne escura, carne normal e carne pálida. Depois, definiram-se num segundo nível de anormalidade ou de defeitos (Nível II), dentro das categorias de luminosidade (definidas no Nível I), duas categorias de exsudação: carnes não exsudativas (englobando carnes de qualquer uma das categorias de cor inicialmente definidas) e carnes não exsudativas (também englobando carnes de qualquer uma das categorias de cor definidas com base no valor Minolta L*).

Em penúltimo lugar, para se definirem carnes das categorias DFD, normal, RSE e PSE, utilizaram-se os valores do pH_i e do pH_u, por, para além do valor L* e da percentagem de perdas por exsudação, serem indicadores clássicos definidores dessas categorias.

Por último (ainda relativamente ao sistema de categorização), após se terem alocado as amostras às categorias adotadas para o estudo, com base, ainda, nas indicações de outros autores, e nos valores obtidos, calcularam-se as médias e os valores máximos e mínimos verificados para cada parâmetro, em cada categoria, de modo a detetar eventuais acertos possíveis de serem introduzidos face às amostras em presença e face, sobretudo, aos

valores da percentagem de perdas por exsudação, dado a técnica utilizada no nosso trabalho não aparecer, correntemente, referenciada na literatura científica. Por esta razão os valores – como seria de esperar e como acontece na generalidade dos trabalhos consultados – não poderão ser comparáveis aos de outros autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros indicadores da qualidade

No Quadro 3 podem ser consultados os valores obtidos ao nível dos parâmetros indicadores da qualidade da carne, em todos os animais dos quais foram colhidas amostras e para os quais se obtiveram resultados, independentemente de serem, ou não, incluídos posteriormente em alguma das formas de análise dos resultados.

Incidência das categorias da qualidade da carne

Na Figura 1 pode ser observada a distribuição das amostras pelas categorias da qualidade da carne adotadas neste trabalho.

Cerca de 48% das amostras apresentaram um perfil de qualidade considerado normal, as restantes desviaram-se desta condição repartindo-se pelas categorias DFD (ca. 8%), E (ca. 6%), EE (ca. 0,7%), RSE (ca. 17%), PNE (ca. 6%), PE (ca. 9%) e PSE (ca. 6%).

As categorias de carne de tipo escuro, DFD (ca. 8%), E (ca. 6%) e EE (ca. 0,7%), corresponderam a cerca de 15% das amostras e as amostras de tipo pálido, PNE (ca. 6%), PE (ca. 9%) e PSE (ca. 6%), correspondem a cerca de 21% do total das amostras.

Quadro 3 - Valores médios (Méd.), mínimos (Mín.), máximos (Máx.) e desvios padrão (DP) obtidos para os diferentes parâmetros indicadores da qualidade da carne

Indicadores precoces	<i>n</i>	Méd.	DP	Mín.	Máx.
pH _i	166	6,38	0,30	5,61	7,01
Indicadores da qualidade final	<i>n</i>	Méd.	DP	Mín.	Máx.
pH _u	181	5,65	0,20	5,34	6,52
L*	181	52,2	3,0	43,8	60,7
Exsudação ao fim de 48 h (%)	181	3,15	1,20	0,59	7,74

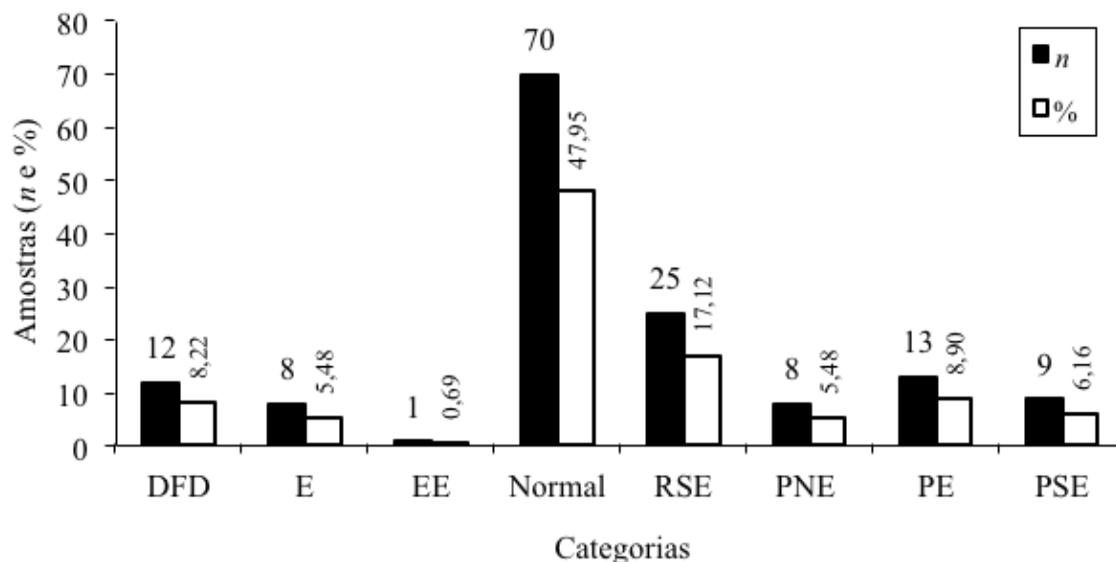


Figura 1 - Distribuição das amostras por categorias da qualidade da carne. DFD – Escura, firme e superficialmente seca em fresco; E – Escura; EE - Escura e exsudativa em fresco; RSE - Rosada, mole e exsudativa em fresco; PNE - Pálida e não exsudativa em fresco; PE - Pálida e exsudativa em fresco; PSE - Pálida, mole e superficialmente exsudativa em fresco.

A longa permanência dos animais nos parques associada a um jejum prévio levamos, de acordo com Nielsen (1981), Warriss *et al.* (1998a) e Gispert *et al.* (2000), a esperar uma elevada incidência de carcaças com carne com características DFD e uma baixa incidência de carcaças com carne com características PSE. Efetivamente, tem sido demonstrado que, no geral, os períodos de espera no matadouro mais longos conduzem a uma cor de carne menos pálida e reduzem a incidência de carne de tipo PSE (Moss, 1978; Stein, 1978; Nielsen, 1979 e 1981; Lundström *et al.*, 1987; de Smet *et al.*, 1996; Milligan *et al.*, 1998; Warriss *et al.*, 1998b). Isto não foi o que aconteceu no nosso trabalho, como se constata através da Figura 1, apesar dos animais terem sido submetidos a um longo período de espera no matadouro, e que também foi verificado por Nanni Costa *et al.* (2002), que relataram que em porcos estacionados no matadouro durante 22 horas a incidência de carne PSE diminuiu, mas a incidência de carne DFD não aumentou.

Diversos trabalhos apontam para outras causas que terão contribuído para a obtenção destes resultados. BartonGade (1971), utilizando animais Landrace dinamarquês com uma baixa resistência ao stresse, referiu que períodos de espera superiores a uma a duas horas não originaram necessariamente

uma diminuição da incidência de carne com características PSE. Os trabalhos de Klingbiel e Naudé (1976) e BartonGade (1984) mostraram que um stresse severo e de curta duração, imediatamente antes do abate, aumenta a incidência de carnes de tipo PSE em porcos com reservas energéticas consideradas suficientes. A explicação para os resultados obtidos poderá ainda dever-se a que, apesar do longo período de espera e de os animais ao chegarem ao atordoamento já terem sofrido um jejum, mais ou menos, prolongado, ao fim de algum tempo, estes, começaram a mobilizar energia a partir dos depósitos no fígado e no tecido adiposo e, por essa via, repuseram o conteúdo em energia do músculo (Nielsen, 1982). Tal circunstância teria impedido que se verificasse um maior desequilíbrio, em termos de defeitos da qualidade da carne, com uma maior incidência de carnes de tipo DFD ou de tipo escuro.

Associados ou não às reservas energéticas musculares, poderão ainda ter sido influentes na incidência das categorias a genética dos animais e o manejo no matadouro imediatamente antes do abate, que poderão ter concorrido para um aumento de amostras com características pálidas e/ou exsudativas.

Quadro 4 - Comparação da frequência de distribuição de amostras por diferentes categorias da qualidade da carne e da incidência de carnes “defeituosas” em diferentes trabalhos levados a cabo em Portugal

Nosso estudo		Santos <i>et al.</i> (1994)		Roseiro <i>et al.</i> (1994a)		Santos e Roseiro (1995)	
n = 166		n = 380		n = 490		n = 196	
	%		%		%		%
Escuras	14,39	DFD	10	DFD	6	DFD	14,5
Pálidas	18,54	PSE	22	PSE	30	PSE	20,4
Defeituosas	35,54	Defeituosas	32	Defeituosas	36	Defeituosas	34,9

Relativamente, ainda, à incidência das categorias da qualidade da carne dever-se-á referir que, apesar de existir muita literatura inerente às categorias da qualidade da carne de porco obtidas em diferentes condições de estudo, uma grande parte dessa literatura refere-se a trabalhos efetuados em países do Norte da Europa ou da América do Norte, regiões em que, pelo menos, as condições climáticas são diferentes das existentes em Portugal. Por isso, optouse pela comparação, em primeiro lugar, dos resultados do nosso estudo com os de trabalhos levados a cabo em Portugal e Espanha.

Em termos da comparação da frequência de distribuição das amostras pelas diferentes categorias (Figura 1) verifica-se que esta foi semelhante à obtida, num matadouro, em Portugal, em 380 animais, por Santos *et al.* (1994). Esta semelhança existe, apesar das diferentes condições de investigação verificadas, como, por exemplo, um sistema de electronecrose de alta voltagem, o período do ano no qual se levou a cabo a colheita das amostras, o equipamento utilizado para medir a luminosidade, a técnica para medição da percentagem de perdas por exsudação e os critérios para constituição das categorias. Efetivamente, no trabalho de Santos *et al.* (1994) (Quadro 4), a carne de tipo normal [de acordo com critérios de categorias indicados por Kauffman *et al.* (1992)], a PSE (comparável às nossas amostras de tipo pálido: PNE, PE e PSE) e a DFD (comparável às nossas amostras de tipo escuro: DFD, E e EE) representaram cerca de, respetivamente, de 68, 22 e 10% do total, e, as carnes consideradas defeituosas corresponderam, a cerca de 32% do total, valores que são próximos dos que obtivemos, respetivamente 70, 18,54, 14,39 e 35,54% (Figura 1). Entendendo-se como amostras ou carnes defeituosas as que não se enquadram na categoria de carne normal. Ao nível das carnes consideradas escuras, no trabalho de

Santos *et al.* (1994), o número de amostras consideradas de tipo DFD foi 5% inferior à percentagem de carne escura (DFD, E e EE) encontrada no nosso trabalho. Esta diferença poderá ser, em parte, atribuída ao facto de no nosso estudo os animais terem sofrido um longo período de espera no matadouro (cerca de 24 horas).

Relativamente ao trabalho de Santos *et al.* (1994), ao analisarmos a incidência das diferentes categorias obtidas, recorrendo ao método de categorização da qualidade da carne indicado por Kauffman *et al.* (1992) e utilizado por Santos *et al.* (1994), constata-se que as amostras contadas na categoria RE (*red and exudative*, ou, em português, vermelhas e exsudativas) – uma categoria comparável à RSE – foram cerca de 22,5% do total, quando no nosso estudo foram 17,12%. Esta diferença corresponde a um valor próximo do 5% de amostras de tipo escuro ou DFD verificados no nosso trabalho.

Ainda em Portugal, Roseiro *et al.* (1994), em 490 animais escolhidos ao acaso entre a população de um matadouro, obtiveram (Quadro 4) uma incidência de 30 e 6% de carcaças com carne apresentando, respetivamente, características PSE e características DFD, e 64% apresentando um perfil considerado normal. Observando o Quadro 4, uma vez mais, podese ainda constatar a tendência para a existência de um maior número de amostras de tipo PSE comparativamente com o nosso trabalho e o contrário para as do tipo DFD. Continua-se, no entanto, a verificar que, no seu conjunto, as carnes defeituosas representam 36% do total, um valor próximo daquele por nós obtido.

Noutro trabalho efetuado em Portugal, Santos e Roseiro (1995) referiram uma incidência de 20,4% de carcaças com carne potencialmente PSE e de 14,5% com carne potencialmente DFD. O somatório

das percentagens de carcaças com carnes com características potencialmente defeituosas foi de 34,9%. Mais uma vez, um valor próximo daquele que foi por nós obtido para o conjunto das categorias que incluem carne defeituosa. Também no trabalho destes autores a frequência de carcaças potencialmente PSE foi superior à observada para as potencialmente DFD, ao contrário do que aconteceu no grupo de animais por nós estudado. O que nos permite supor que o fator período de espera no matadouro constituiu um fator relevante, que se terá sobreposto a outros fatores na definição final dos resultados relativamente à incidência das categorias da qualidade da carne.

Poder-se-á concluir que, mesmo usando diferentes técnicas e critérios de avaliação da carne, a percentagem de carne defeituosas em Portugal atingiu valores semelhantes, quando se analisou a qualidade em diferentes matadouros, com diferentes condições, e em animais com diferentes origens e submetidos a diferentes padrões de manipulação *ante mortem*.

Em Espanha, um país com condições climáticas, em determinadas regiões, similares às verificadas em Portugal, Gispert *et al.* (2000), com base num estudo alargado da qualidade da carne, em cinco matadouros, encontraram incidências de carne com características extremamente PSE e moderadamente PSE que se situaram, respetivamente, entre 313,2% e entre 35,367,3%. Enquanto, as incidências de carcaças com carne de tipo moderadamente DFD e extremamente DFD se situaram, respetivamente, entre 3,619,8% e entre 5,021,3%.

Concluiu-se que o número de carcaças de tipo PSE foi superior às de tipo DFD. Este resultado contribuiu para reforçar, mais uma vez, a ideia que no nosso trabalho o maior número de carcaças com carnes de tipo escuro se terá verificado devido ao longo período de espera no matadouro a que todos os animais estudados foram submetidos. Enquanto no estudo de Gispert *et al.* (2000) se terão registado diferentes períodos de espera que terão, em parte, contribuído para uma diferente incidência das categorias da qualidade.

Nos Estados Unidos da América, numa investigação alargada conduzida por Kauffman *et al.* (1992) – para conhecerem a variabilidade existente

ao nível da qualidade da carne e as suas possíveis implicações a nível económico – analisaram 10753 pernas, provenientes de 14 matadouros, pertencentes a oito companhias, abrangendo cerca de 40% do abate nacional de suínos.

A incidência de carne de tipo normal ou ideal foi, de acordo com os critérios que utilizámos, de apenas 16% e as categorias de carne com qualidade anormal, de tipo PSE (extremamente PSE e PSE), de tipo DFD (extremamente DFD e DFD) e de tipo RSE apresentaram, respetivamente, as seguintes incidências: 16%, 10% e 58%. O valor anormalmente baixo de amostras de tipo normal e o valor anormalmente elevado de amostras de tipo RSE poderão estar associados à elevada cadência de abate nos matadouros onde o estudo foi desenvolvido, em média cerca de 850 suínos.h⁻¹. De facto, segundo Warriss *et al.* (1994), quanto maiores foram as cadências de abate (entre cerca de 20 a 600 animais.h⁻¹) maiores foram os níveis de ruído e os níveis de stresse, que, provavelmente associados a outros fatores, conduziram a maiores incidências de carnes de tipo PSE e DFD.

Esta situação nos Estados Unidos da América já se poderá, entretanto, ter parcialmente resolvido devido à utilização rotineira de marcadores genéticos para eliminar animais suscetíveis de apresentarem carnes de tipo PSE, como referido por Meisinger e Berg (2006), que também referiram que num seu estudo (“United States pork industry pork quality survey”) somente 3,34% dos lombos exibiram as três características clássicas das carnes PSE e que esta condição PSE se situou entre 0,1% a 10% dos casos por eles estudados.

Já na Holanda – no oposto ao acontecido nos Estados Unidos da América, no estudo de Kauffman *et al.* (1992) –, van der Wal *et al.* (1995) – em 1969 animais “supostamente” não portadores do gene do halotano – obtiveram para as categorias extremamente DFD, ligeiramente DFD, excelente, normal, ligeiramente PSE e extremamente PSE, respetivamente, as seguintes incidências: 2,5%; 7,2%; 44,2%; 37,5%; 7,0%; e 1,5%.

Comparando estes valores com o valor médio (ca. 34%) encontrado nos três trabalhos levados a cabo em Portugal (Roseiro *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1994; Santos e Roseiro, 1995) (Quadro 4) pode-se concluir

que a incidência de carnes defeituosas no trabalho de van der Wal *et al.* (1995) (ca. 18%) corresponde a cerca de metade. O conjunto das carnes tipo DFD (9,7%) pode ser considerado similar à média obtida em Portugal (11,4%). Contudo, o mesmo já não acontece relativamente às carnes julgadas de tipo PSE, ou, de um modo geral, pálidas (categorias ligeiramente PSE e extremamente PSE), muito menos frequentes no estudo de van der Wal *et al.* (1995) (8,5%) que nos três trabalhos efetuados em Portugal (ca. 24%).

Estas diferenças podem, uma vez mais, ser atribuíveis a imensos fatores, mas no que concerne à menor incidência de amostras de tipo PSE na Holanda, um dos fatores a considerar é a erradicação do gene do halotano que, segundo Smulders *et al.* (1991), foi levada a cabo nas varas, nesse País.

CONCLUSÕES

Tal como se previa, tendo em conta os dados de Kauffman *et al.* (1992) e Kauffman *et al.* (1993) – nomeadamente com as denominações: *dark and non-exudative* (DNE); *red and nonexudative* (RNE); *pale and non-exudative* (PNE); *dark and exudative* (DE); *red and exudative* (RE); *red and extremely exudative* (REE); *pale and exudative* (PE); *pale and extremely exudative* (PEE) –, no nosso trabalho evidenciou-se a necessidade de se distribuírem as amostras de carne por mais categorias do que as normalmente evidenciadas em muitos dos trabalhos publicados.

No seguimento desta abordagem, para explicar

a realidade através das características que as próprias amostras evidenciam, detetamos uma categoria, a da carne escura (E) – somente escura, sem qualquer outra característica anormal –, não incluída em qualquer dos grupos de categorias definidas pelos autores anteriormente referidos.

A distribuição das amostras por oito categorias da qualidade demonstra uma variabilidade evidente ao nível da qualidade, o que é negativo para os sistemas industriais e cadeias comerciais, pois os clientes não estarão disponíveis para aceitar esta variabilidade.

De entre muitos outros fatores que se deverão controlar, o fator período de espera no matadouro constituiu um fator relevante, que se terá sobreposto a outros fatores na definição final dos resultados relativamente à incidência das categorias da qualidade da carne, quando se comparam os nossos resultados com os de outros autores em trabalhos também realizados em Portugal.

Poder-se-á concluir que, mesmo usando diferentes técnicas e critérios de avaliação da carne, a percentagem de carne defeituosas atingiu valores semelhantes em trabalhos levados a cabo em Portugal por outros que analisaram a qualidade em diferentes matadouros, com diferentes condições, e em animais com diferentes origens e submetidos a diferentes padrões de manipulação *ante mortem*. Daqui se deduzir que as condições ambientais naturais e industriais terão contribuído para os resultados obtidos ao nível da variabilidade na qualidade da carne de suíno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barton-Gade, P. (1971) – Some experience on the effect of preslaughter treatment on the meat quality of pigs with low stress resistance. *In: Proceedings of the 2nd International Symposium on the Conditions and Meat Quality of Pigs*. Zeist, p. 180-190.
- Barton-Gade, P. (1984) – Influence of halothane genotype on meat quality in pigs subjected to various pre-slaughter treatments. *In: Proceedings of the 30th European Meeting of Meat Research Workers*. ICOMST, Bristol, p. 8-9.
- Barton-Gade, P. & Christensen, L. (1998) – Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in danish slaughter pigs. *Meat Science*, vol. 48, n. 3-4, p. 237-247. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00098-3)

- Bendall, J. R. e Lawrie, R. A. (1964) – Watery pork. *Animal Breeding Abstracts*, vol. 32, p. 18
- Bendall, J. R. e Swatland, H. J. (1988) – A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality, *Meat Science*, 24, n. 2, p. 85-126. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90052-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90052-6)
- Briskey, E.J. (1964) – Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. *Advances in Food Research*, vol. 13, p. 89-178.
- Cassens, R.G.; Kauffman, R.G.; Scherer, A. & Meeker, D.L. (1992) – Variations in pork quality: a 1991 USA Survey. In: *Proceedings of the 38th International Congress of Meat Science and Technology*. ICOMST, ClermontFerrand, p. 237240.
- Čobanović, N.; Karabasil; N.; Stajković, S.; Ilić, N.; Suvajdžić, B.; Petrović, M. & Teodorović, V. (2016) – The influence of pre-mortem conditions on pale, soft and exudative (pse) and dark, firm and dry (dfd) pork meat. *Acta Veterinaria*, vol. 66, n. 2, p. 172-186. <https://doi.org/10.1515/acve-2016-0015>
- de Smet, S; Pauwels, H.; de Bie, S.; Beymeyer, D.I.; Calewier, J. & Eeckhout, W. (1996) – Effect of the halothane genotype, breed, feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, vol. 74, n. 8, p. 1854-1863. <http://dx.doi.org/10.2527/1996.7481854x>
- de Vries, A. G. e van der Wal, P. G. (1993) – Breeding for pork quality. In Puolanne, E., Demeyer, D.I., Ruusunen, M. e Ellis, S. (Eds.) – *Pork quality – genetic and metabolic factors*, C.A.B. International, Oxon, p. 58-75
- Faustman, C. (1994) – Postmortem changes in muscle foods. In Kinsman, D.M., Kotula, A.W. & Breidstein, B.C. (Eds.) – *Muscle foods – meat, poultry and seafood technology*, Chapman & Hall, New York. 63-78
- Fortin, A. (1989) – Preslaughter management of pigs and its influence on the quality (PSE/DFD) of pork. In *Proceedings of the 35th International Congress of Meat Science and Technology*. ICOMST, Roskilde, p. 981-986
- Gajana, C.S.; Nkukwana, T.T.; Marume, U. & Muchenje, V. (2013) - Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. *Meat Science*, vol. 95, n. 3, p. 520-525. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.028>
- Gispert, M.; Faucitano, L.; Oliver, M.A.; Guardia, M.; Coll, C.; Siggens, K.; Harvey, K. & Diestre, A. (2000) – A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, vol. 55, n. 1, p. 97106. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00130-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00130-8)
- Greaser, M.L. (1986) – Conversion of muscle to meat. In: Bechtel, P. J. (Ed.) – *Muscle as Food*. Academic Press, Inc., Orlando, p. 37-102.
- Guàrdia, M.D.; Estany, J.; Balasch, S.; Oliver, M.A.; Gispert, M. & Diestre, A. (2005) – Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science*, vol. 70, n. 4, p. 709-716. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.007>
- Honikel, K.O. (1987) – How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In; Tarrant, P. V., Eikelenboom, G. & Monin, G. (Eds.) – *Evaluation and control of meat quality in pigs, a seminar in the CEC Agricultural Research Programme, 1985, Dublin*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p. 129142.
- Honikel, K. O. (1993) – Quality of fresh pork. In: Puolanne, E., Demeyer, D.I., Ruusunen, M. & Ellis, S. (Eds.) – *Pork quality – genetic and metabolic factors*, C.A.B. International, Oxon, p. 203-216
- Kauffman, R.G.; Cassens, R.G.; Scherer, A. & Meeker, D.L. (1992) – *Variations in pork quality: history, definition, extent, resolution*. National Pork Producers Council, Des Moines.
- Kauffman, R.G.; Sybesma, W.; Smulders, F.J.M.; Eikelenboom, G.; Engel, B.; van Laack, R.L.J.M.; Hoving-Bolink, A.H.; Sterrenburg, P.; Nordheim, E.V.; Walstra, P. & van der Wal, P.G. (1993) – The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Science*, vol. 34, n. 3, p. 283-300. [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90078-V](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(93)90078-V)
- Kim T.W.; Kim, I; Ha, J.; Kwon S.G.; Hwang, J.H.; Park, D.H.; Kang, D.G.; Kim S.W. & Kim, C.W. (2017) – Comparison among meat quality classes according to the criteria of post-mortem pH_{24hr}, drip loss and color in Berkshire pigs. *Indian Journal of Animal Research*, vol. 51, n. 1, p. 182-186. <http://dx.doi.org/10.18805/ijar.10992>
- Klingbiel, J.F.G. e Naudé, R.T. (1976) – Effect of immediate pre-slaughter stress on certain meat quality characteristics of bacon pigs. *Agroanimalia*, vol. 8, p. 7-12.

- Lundström, K., Hansson, I. & Bjärstorp, G. (1987) – The relationship between slaughterline and 24h measurement of pig meat colour and light scattering by the use of Hennessy Grading and Fibre Optic probes. *In: Tarrant, P. V., Eikelenboom, G. & Monin, G. (Eds.) – Evaluation and control of meat quality in pigs.*, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, p. 165-173.
- McKeith, F.; Meeker, D. & Buege, D. (1994) – Pork chain quality audit. *In: Proceedings 47th Reciprocal Meat Conference.* State College, Pennsylvania State University, p. 73-74.
- Meisinger, J. & Berg, E. (2006) – United States pork industry pork quality survey. *In: Proceedings of Mid-West section of animal society of animal science, Abstract 245, March 2006.* American Dairy Science Association & American Society of Animal Science, Des Moines, p. 77.
- Miller, R.K.; Moeller, S.J.; Goodwin, R.N.; Lorenzen, C.L. & Savell, J.W. (2000) – Consistency in meat quality. *In: Proceedings of the 46th International Congress of Meat Science and Technology.* ICOMST, Buenos Aires, p. 566580.
- Milligan, S.D.; Ramsey, C.B.; Miller, M.F.; Kaster, C.S. & Thompson, L.D. (1998) – Resting of pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. *Journal of Animal Science*, vol. 76, n. 1, p. 74-86.
- Moss, B.W. (1978) – Some observations of the activity and aggressive behaviour of pigs when penned prior to slaughter. *Applied Animal Ethology*, vol. 4, n. 4, p. 323-339. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-3762\(78\)90004-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-3762(78)90004-4)
- Mota-Rojas, D.; Becerril, M.; Lemus, C.; Sánchez, P.; González, M.; Olmos, S.A.; Ramírez, R. & Alonso-Spilsbury, M. (2006) – Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. *Meat Science*, vol. 73, n. 3, p. 404-412. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.11.012>
- Nanni Costa, L.; Lo Fiego, D.P.; Dall'Olio, S.; Davoli, R. & Russo, V. (2002) – Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, vol. 61, n. 1, p. 41-47. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00160-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00160-7)
- Nielsen, N.J. (1979) – The influence of preslaughter treatment on meat quality in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, vol. 21, p. 91-102.
- Nielsen, N.J. (1981) – The effect of environmental factors on meat quality and deaths during transportation and lairage before slaughter. *In: Proceedings symposium: "porcine stress and meat quality – causes and possible solutions to the problems.* Jeløv, p. 287297.
- Nielsen, N.J. (1982) – Recent results from investigations of transportation of pigs for slaughter. *In: Moss, R. (Ed.) – Transport of animals intended for breeding, production and slaughter.* Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, p. 115-125.
- O'Neil, D.J., Lynch, P.B., Troy, D.J., Buckley, D.J. & Kerry, J.P. (2003) – Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Science*, vol. 64, n. 2, p. 105111. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00116-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00116-X)
- Pearson, A.M. & Young, R. B. (1989) – *Muscle and meat biochemistry.* Academic Press, New York.
- Roseiro, L.C.; Santos, C.; Gonçalves, H.; Vieira, J. & Melo, R. (1994) – Comparison of different objective methods used for the detection of the pork PSE/DFD status. *In: Proceedings of the 40th International Congress of Meat Science and Technology.*, ICOMST, The Hague, p. 13 e SIVB.27/1S-IVB.27/3.
- Santos, C.; Roseiro, L.C.; Gonçalves, H. & Melo, R.S. (1994) – Incidence of pork quality characteristics in a portuguese slaughterhouse: A survey. *Meat Science*, vol. 38, n. 2, p. 279-287. [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90117-1](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(94)90117-1)
- Santos, C. & Roseiro, L.C. (1995) – Contribuição para o estudo da incidência das carnes PSE/DFD em porcos abatidos no matadouro municipal de Ponta Delgada, *Veterinária Técnica*, ano 5, n. 6, p. 20-23.
- Smulders, F.J.M.; van Laack, R.L.J.M. e Eikelenboom, G. (1991) – Muscle and meat quality; biological basis, processing, preparation. *In: Smulders, F. J. M. (Ed.) – The European meat industry in the 1990's.* ECCEAMST, Audet Tijdschriften bv, Nijmegen, p. 121-165.
- Stein, H.J. (1978) – Möglichkeiten zur Verbesserung der fleischqualität von schlachtschweinen. *Die Fleischwirtschaft*, vol. 32, p. 33-34.
- Tornberg, E., Andersson, A., Göransson, Å. & von Seth, G. (1993) – Water and fat distribution in pork in relation to sensory properties. *In Puolanne, E., Demeyer, D.I., Ruusunen, M. & Ellis, S. (Eds.) – Pork quality – genetic and metabolic factors,* C.A.B. International, Oxon, p. 239-258

- Trout, G.R. (1992) – Evaluation of techniques for monitoring pork quality in Australian pork processing plants. *In: Proceedings of the 38th International Congress of Meat Science and Technology*. ICOMST, Clermont-Ferrand, p. 983-986.
- van der Wal, P.G.; de Vries, A.G. & Eikelenboom, G. (1995) – Predictive value of slaughterhouse measurements of ultimate pork quality in seven halothane negative Yorkshire populations. *Meat Science*, vol. 40, n. 2, p. 183-191. [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)00028-X](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(94)00028-X)
- Van de Perre, V.; Ceustermans, A.; Leyten, J. & Geers, R. (2010a) – The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham – Effects of season and lairage time. *Meat Science*, vol. 86, n. 2, p. 391-397. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.023>
- Van de Perre, V.; Permentier, L.; De Bie, S.; Verbeke, G. & Geers, R. (2010b) – Effect of unloading, lairage, pig handling, stunning and season on pH of pork. *Meat Science*, vol. 86, n. 4, p. 931-937. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.019>
- van Laack, R. L. J. M., Kauffman, R. G. e Greaser, M. L. (2001) – Determinants of ultimate pH of meat. *In Proceedings of the 47th International Congress of Meat Science and Technology*, vol. I, ICOMST, Kraków, p. 22-26
- Vermeulen, L.; Van de Perre, V; Permentier, L.; De Bie, S.; Verbeke, G. & Geers R. (2015) – Pre-slaughter handling and pork quality. *Meat Science*, vol. 100, p. 118-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.148>
- Viljoena, H.F.; de Kocka, H.L. & Webb, E.C. (2002) – Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Science*, vol. 61, n. 2, p. 181-185. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00183-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00183-8)
- Warner, R. D. & Eldridge, G. A. (1988) – Preliminary observations of pig meat quality problems in a Victorian abattoir. *In: Proceedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology*. ICOMST, Brisbane, p. 573-574.
- Warriss, P. D. (1982) – The relationship between pH₄₅ and drip loss in pig muscle. *Journal of Food Technology*, vol. 17, n. 5, p. 573-578. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb00216.x
- Warriss, P.D. (1987) – The effect of time and conditions of transport on pig meat quality. *In: Tarrant, P. V., Eikelenboom, G. e Monin, G. (Eds.) – Evaluation and control of meat quality in pigs*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, p. 245-264.
- Warriss, P. D. (2000) – *Meat Science: an introductory text*. CABI Publishing, Wallingford, 310 p.
- Warriss, P.D.; Brown, S.N. & Adams, S.J.M. (1994) – Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*, vol. 38, n. 2, p. 329-340. [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90121-X](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(94)90121-X)
- Warriss, P.D.; Brown, S.N.; Barton Gade, P.; Santos, C.; Nanni Costa, L.; Lambooi, E. e Geers. R. (1998a) – An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. *Meat Science*, vol. 49, n. 2, p. 137-144. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00133-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00133-2)
- Warriss, P.D.; Brown, S.N.; Edwards, J.E. & Knowles, T.G. (1998b) – Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Animal Science*, vol. 66, n. 1, p. 255-261. <https://doi.org/10.1017/S1357729800009036>
- Wisner-Pedersen, J. (1959) – Quality of pork in relation to rate of pH change postmortem. *Food Research*, vol. 24, n. 6, p. 711-727. doi:10.1111/j.1365-2621.1959.tb17325.x