



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

***OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE CARNE PSE EM SUÍNOS NA  
REGIÃO DA GRANDE DOURADOS-MS***

**JULIANA CASÇÃO SANTIAGO**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia –  
Área de Concentração: Produção  
Animal, como parte das exigências  
para obtenção do título de mestre

Dourados - MS  
Março – 2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

***OCORRÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE CARNE PSE EM SUÍNOS NA  
REGIÃO DA GRANDE DOURADOS-MS***

**JULIANA CASÇÃO SANTIAGO**  
(Médica Veterinária)

**ORIENTADOR: Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara**  
**CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior**

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia –  
Área de Concentração: Produção  
Animal, como parte das exigências  
para obtenção do título de mestre

Dourados - MS  
Março – 2011

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD**

664.92098171 S235o Santiago, Juliana Cascão.  
Ocorrência e caracterização de carne PSE em suínos na região da Grande Dourados-MS / Juliana Cascão Santiago – Dourados, MS : UFGD, 2011.  
64 f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Carne suína – Dourados. 2. Suíno – Condição de abate. 3. Suinocultura. 4. Poucos. I. Título.

## DEDICATÓRIA

Aos meus amados pais:  
Adel Côgo Santiago (*in memoriam*) e  
Sônia de Fátima Cascão Santiago

## AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu a promessa: “Eu sei as tuas obras; eis que diante de ti pus uma porta aberta, e ninguém a pode fechar; tendo pouca força, guardaste a minha palavra, e não negaste o meu nome.” (Ap. 3:8). E crendo nessa palavra, demonstro minha gratidão por todo cuidado que Ele manifesta em minha vida.

À minha orientadora Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara, meu eterno carinho e gratidão pela confiança e oportunidade de trabalhar em seu projeto, agradeço toda paciência e compreensão.

À minha colega Viviane Maria Oliveira dos Santos Ferreira, em especial por sua dedicação neste trabalho.

À minha família: Meu pai Adel Santiago, minha mãe Sônia Cascão, meu irmão Giorgio Izidoro e minha tia Leda Santiago; arrimo nessa vida.

À toda equipe da agropecuária da integradora, principalmente ao gerente Sr. Valdenilço Manfré e ao veterinário Sr. Andrei Borges que através dos mesmos foi possível a realização desse projeto e o apoio do veterinário Cícero Tecchio na execução das coletas.

À Universidade Federal da Grande Dourados, em especial ao programa de pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Aos colegas Luan Sousa dos Santos, Luana Natanna Barbosa dos Santos, Leonardo Willian de Freitas que estiveram presentes em toda condução do experimento.

Aos professores, Prof. Dr. Leonardo Seno, Profa. Dra. Ibiara Paz, Prof. Dr. Alexandre Fernandes, e Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, ao Dr. Gelson Feijó e ao coordenador Prof. Dr. Fernando Miranda Vargas Jr. e ao Ronaldo Pasquim pelo auxílio ao desenvolvimento do meu trabalho e por toda assistência prestada nesse período.

Aos fiscais do Serviço de Inspeção Federal: Sr. Bernardo Bartmeyer, Sr. Wladimir Garcia e Sra. Lúcia Oshiro por toda disposição.

Aos queridos amigos de mestrado, em especial Hellen Lima, Sara Cerilo e Caroline Gordim. Por toda amizade e estudos que serão para sempre boas recordações.

**Obrigada!**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>01</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 2: INCIDÊNCIA DA CARNE PSE EM SUÍNOS EM FUNÇÃO DO MANEJO PRÉ ABATE E SEXO.....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>21</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>22</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>23</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>24</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>35</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO 3: PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE SUÍNA PSE E SUAS CORRELAÇÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>43</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>44</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>45</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>47</b>
<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>57</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE TABELAS

### Página

### CAPÍTULO 2: INCIDÊNCIA DA CARNE PSE EM SUÍNOS EM FUNÇÃO DO MANEJO PRÉ ABATE E SEXO

<b>TABELA 1.</b> Incidência total de carcaças PSE(pale soft exsudative) e em função do sexo dos animais .....	<b>28</b>
<b>TABELA 2.</b> Temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de bulbo úmido (TBU), Índice de Temperatura e Umidade (ITU) referentes às datas de avaliação no abatedouro e PSE .....	<b>31</b>

### CAPÍTULO 3: PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSOSRIAS DA CARNE SUÍNA PSE

<b>TABELA 1.</b> Valores de pH 45 minutos após o abate (pH <sub>45</sub> ), pH 24 horas após o abate (pH <sub>24</sub> ), temperatura da carcaça 45 minutos após abate (T <sub>45</sub> ) e coloração da carne suína classificadas como PSE e Normal .....	<b>50</b>
<b>TABELA 2.</b> Correlações entre pH inicial (pH <sub>45</sub> ) e coloração da carne suína .....	<b>51</b>
<b>TABELA 3.</b> Perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne suína normal e PSE .....	<b>53</b>
<b>TABELA 4.</b> Composição centesimal da carne suína normal e PSE (valores expressos com base na MS) .....	<b>54</b>
<b>TABELA 5.</b> Correlações entre as características da carne suína quanto a perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), maciez (MAC), palatabilidade (PAL), suculência (SUC) .....	<b>56</b>

## LISTA DE FIGURAS

### Página

### CAPÍTULO 2: INCIDÊNCIA DA CARNE PSE EM SUÍNOS EM FUNÇÃO DO MANEJO PRÉ ABATE E SEXO

<b>FIGURA 1.</b> Histograma de frequência do pH aos 45 minutos <i>post mortem</i> (N = 2128), mensurado na linha de abate .....	<b>27</b>
<b>FIGURA 2.</b> Incidência (%) de carcaças PSE ( $\text{pH}_{45} \leq 5,8$ ) em lotes de machos imunocastrados, fêmeas, machos castrados cirurgicamente e lotes mistos (machos castrados cirurgicamente e fêmeas) .....	<b>29</b>
<b>FIGURA 3.</b> Médias de pH aos 45 minutos e incidência de carne PSE em função do tempo de descanso dos suínos no abatedouro (n = 2128).....	<b>32</b>
<b>FIGURA 4.</b> Médias de pH aos 45 minutos e incidência de carne PSE em função do tempo total transcorrido entre o carregamento e o abate dos suínos (n = 2128)...	<b>32</b>

### CAPÍTULO 3: PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE SUÍNA PSE

<b>FIGURA 1.</b> Características sensoriais da carne suína normal e PSE .....	<b>55</b>
---	-----------



## **CAPÍTULO 1**

### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção de suínos em algumas regiões do Brasil pode ser considerada como uma das mais tecnificadas da América do Sul, atingindo bons índices de produtividade, colocando o país entre os quatro maiores produtores e exportadores mundiais de carne suína. Cerca de 70% da carne suína produzida no Brasil é consumida sob a forma de produtos industrializados, entretanto, o consumo da carne suína "in natura" tem demonstrado elevação nos últimos anos. O mercado consumidor está cada vez mais exigente, demandando produtos de melhor qualidade produzidos sob critérios de segurança alimentar, respeito ao meio ambiente e ao bem estar animal. Estas exigências têm feito com que a carne suína mereça maior atenção por parte da cadeia produtiva, principalmente no que diz respeito às alterações e conseqüentemente ao aspecto que o produto possa a vir apresentar após o abate.

As características da carne suína como textura, suculência, cor, sabor e aroma podem ser influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão do músculo em carne. Essas mudanças podem afetar características qualitativas importantes tais como propriedades de ligação da água às proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, mecanismos de oxi-redução de pigmentos e rendimento no processamento (BERTOLONI, 1999).

A qualidade da carne suína abrange propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne "in natura". Os principais atributos de interesse são as características sensoriais (aparência, cor, sabor, textura e suculência), tecnológicas (capacidade de retenção de água, estabilidade oxidativa e pH) e nutricionais (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

A qualidade tecnológica consiste em uma propriedade complexa e multivariável da carne, a qual é influenciada por vários fatores que incluem a raça, genótipo, alimentação, manejo pré-abate, insensibilização, método de abate, resfriamento e condições de estocagem (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

Os atributos da carne são afetados por fatores *ante mortem* e *post mortem*, entretanto, todos os cortes de carne suína podem ser considerados macios. A suculência da carne cozida é a sensação de umidade observada nos primeiros movimentos mastigatórios, devido à rápida liberação de líquido pela carne e esta suculência é mantida devido, principalmente, à

gordura presente que estimula a salivacão. As gorduras intermusculares e intramusculares funcionam como uma barreira contra a perda do suco muscular durante o cozimento, aumentando, portanto a retenção de água pela carne, embora a carne suína apresente baixo teor de gordura entremeada. O aroma e sabor da carne podem ser determinados por fatores antecedentes ao abate como idade, sexo, raça, alimentação e manejo, além de outros fatores como pH final do músculo, condições de resfriamento e armazenamento e procedimentos culinários (ROÇA, 2000).

As características sensoriais, como cor, textura, firmeza, suculência e maciez da carne cozida, dependem de sua capacidade de retenção de água (CRA), que é a capacidade da carne em reter água durante o aquecimento, cortes, trituração e prensagem. A CRA afeta diversas características importantes da carne, sendo uma das grandes responsáveis pela sua qualidade final (SÁ, 2005). A carne com pouca capacidade de retenção de água tem seu tempo de armazenamento prejudicado, por apresentar grande perda de umidade, maior atividade de água e, conseqüentemente, favorecer a proliferação microbiana.

A cor da carne é dada pelos pigmentos de mioglobina existentes nos músculos e esta varia de acordo com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física exercida pelo animal. A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme ficando entre a rosada e avermelhada, apresentando ainda uma pequena camada de gordura branca (ROÇA, 2000). A cor é um dos principais parâmetros indicadores da qualidade da maioria dos alimentos e, em carnes, esta característica exerce importante influência no ato da compra pelos consumidores.

É certo que os defeitos de qualidade da carne suína resultam de fatores genéticos e/ou ambientais, que por sua vez determinam a velocidade e extensão dos eventos bioquímicos *post mortem*. Desta forma, a qualidade dos produtos provenientes do processamento de carne suína depende muito da qualidade da matéria-prima utilizada, que por sua vez variam em função da linhagem genética e do manejo pré-abate adotado (VAN LAACK et al., 1995).

A necessidade de se obter linhagens genéticas suínas com maior percentual de carne magra na carcaça trouxe como consequência o fato destes animais serem mais susceptíveis ao estresse e seu produto final apresentar problemas de qualidade como a carne PSE (*pale, soft, exudative*).

Em condições normais após o abate, o que resta de glicogênio no músculo, se o retículo sarcoplasmático funciona corretamente, a diminuição do pH se faz lentamente até atingir o valor final. Mas se alguma causa perturba a atividade do retículo sarcoplasmático, reduzindo sua aptidão em regular o fluxo de cálcio, a velocidade de glicólise sofre aceleração e o pH diminui rapidamente (RÜBENSAM, 2000).

A principal causa de desenvolvimento da carne PSE é a decomposição acelerada do glicogênio muscular antes e após o abate com concomitante aumento na concentração de ácido láctico, resultando em decréscimo acelerado do pH muscular (HONIKEL & KIM, 1986).

A combinação do pH baixo e da elevada temperatura muscular, devido ao músculo estar em temperatura próxima ao estado fisiológico ( $> 38^{\circ}\text{C}$ ), causa maior desnaturação das proteínas miofibrilares. Estas carnes apresentam pH em torno de 5,5, muito próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Com este pH, as proteínas, por terem cargas positivas e negativas em igual quantidade, promovem aproximação máxima dos filamentos grossos e finos, fazendo com que o espaço entre eles diminua ou até desapareça, impossibilitando a ligação destas moléculas com a água, reduzindo sua capacidade e estabilidade de retenção de água. A água fora das células e a estrutura protéica extremamente fechada provocam a reflexão da luz incidente fazendo com que as carnes PSE sejam extremamente pálidas. O maior defeito das carnes PSE é a exsudação, ocasionada pela deficiente ligação da água com a proteína e maior permeabilidade da membrana plasmática (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

A carne PSE representa um dos principais problemas de qualidade na indústria de carne suína, devido à baixa capacidade de retenção de água, textura flácida, cor pálida e às elevadas perdas de água durante o processamento, sendo indesejável tanto para os consumidores como para a indústria de processamento, afetando os músculos de maior valor, como o lombo e o pernil. Em um trabalho, Owen et al. (2000) mostraram a estimativa de alguns pesquisadores quanto às perdas econômicas provenientes da carne PSE, estimando-se que os Estados Unidos perdem anualmente US\$ 32 milhões e indústria porcina australiana e do Reino Unido em torno de US\$20 milhões, em função do aparecimento deste tipo de carne. Este defeito acarreta prejuízos ao setor, uma vez que essas carnes tornam-se inadequadas para a industrialização e apresentam aspecto desagradável para o consumidor.

A ocorrência de carne PSE tem sido reportada em torno de 10 a 30%. (Kauffman et al., 1992, McKeith et al., 1994, Santos et al., 1994; Valenzuela et al., 1995, citados por O'NEILL et al., 2003). Estudos indicam que esta taxa varia entre 6 e 33% nos Estados Unidos, dependendo das condições de cada planta de abate (OWEN et al., 2000). Pesquisadores brasileiros verificaram incidência de carne PSE da ordem de 22,83% (MAGANHINI et al., 2007), 30,69% (CULAU et al., 1994) e 46,36% (CULAU et al., 2002) na região sul do país.

A rápida detecção de carnes PSE é de suma importância dentro da indústria e o método mais utilizado é a aferição do pH nas carcaças 45 minutos após o abate e ao final do resfriamento (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

A carne PSE ocorre em maior proporção em suínos geneticamente sensíveis ao estresse e se apresenta quando estes animais são submetidos a fatores estressantes imediatamente antes do abate (LAVILLE et al., 2005). As diferenças entre animais da mesma raça ou raças diferentes podem ser causadas por um grande número de genes com pequeno efeito, conhecido como efeito poligênico. Dentre os fatores genéticos, os dois principais genes que têm influência direta na qualidade tecnológica da carne, são o gene Rendimento Napole (gene RN-) e o gene Halotano (gene hal) (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001), sendo o último altamente correlacionado com a incidência de carne PSE.

O gene halotano, também denominado de gene da Síndrome do Estresse Porcino (PSS), causa hipertermia maligna, que é desencadeada por estresse ou pela exposição ao gás anestésico halotano (FÁBREGA et al., 2002). Os efeitos do gene são conhecidos desde 1960 e associados ao desenvolvimento da carne PSE (BRISKEY, 1964). Em um trabalho, Sayre et al. (1963) descreveram que certas raças como Pietran, Poland China, ou certas linhagens genéticas com raças Landrace, apresentavam alta incidência de carne PSE, enquanto, outras raças ou linhagens genéticas estavam praticamente livres deste defeito.

O gene hal codifica para os receptores ryanodine (RYR1), os quais são proteínas transmembranas que atuam nos canais liberadores de cálcio do retículo sarcoplasmático do músculo esquelético (FUJII et al., 1991). A mutação ocorre na posição 1843, de uma base C (citosina) para uma base T (timina), resultando na substituição de um resíduo de arginina na posição 615 da sequência normal da proteína para um resíduo de cisteína na sequência mutante.

Esta mutação gênica provoca disfunção estrutural funcional da proteína do receptor rianodina do retículo sarcoplasmático do músculo esquelético, que faz com que grandes quantidades de  $\text{Ca}^{+2}$  sejam liberadas do retículo sarcoplasmático para dentro do sarcoplasma, provocando metabolismo celular acelerado, com rápido desdobramento do glicogênio e acidificação do músculo (CHRISTIAN, 1997). Os suínos portadores do gene hal heterozigotos (Nn) ou homozigotos recessivos (nn), quando expostos a fatores estressantes, podem apresentar alterações musculares, morte ou produzir carne PSE.

Diversos países eliminaram a presença do gene hal de suas linhas de seleção genética. No Brasil o gene hal encontra-se também reduzido (BASTOS, 1998; CULAU, 1999; PELOSO et al., 2001). Um grande número de trabalhos tem comprovado efeitos positivos do gene hal (homozigotos e heterozigotos) sobre o rendimento e percentual de carne magra na carcaça (AALHUS et al., 1991; GARCIA-MACIAS et al., 1996; ANTUNEZ, 1997; LARZUL et al., 1997). Por outro lado, há o efeito negativo sobre a cor e capacidade de retenção de água da carne.

Bridi et al. (2006) observaram que suínos de genótipo halotano homozigotos (NN) não apresentaram carne PSE, ao passo que 33,3% dos animais do genótipo halotano heterozigoto (Nn) produziram carne PSE. Resultados semelhantes foram obtidos por Eikelenboom & Costa (1988), Leach et al. (1996), Culau (1999), Channon et al. (2000), Fisher et al. (2000) e Bridi et al. (2003), que também verificaram que a presença do alelo halotano aumentou a frequência de carcaças PSE, como resultado da maior produção e do acúmulo de ácido láctico na carcaça quente, provocando a desnaturação das proteínas.

Suínos homozigotos e heterozigotos, acompanhados de estresse no manejo, desenvolvem maior velocidade de glicólise *post mortem*, baixos valores de pH inicial e altas temperaturas, o que induz ao desenvolvimento de carne PSE. Este efeito é mais severo nos animais homozigotos para o gene hal. Embora se tenha eliminado ou reduzido o gene hal, a condição PSE ainda continua alta, mostrando que outros fatores, como o manejo pré-abate inadequado, podem estar sendo negligenciados (CHANNON et al., 2000; GISPERT et al., 2000; RÜBENSAM, 2000).

Mesmo que exista correlação significativa entre animais portadores do gene halotano e produção de carne PSE (SILVEIRA, 1996) afirma-se que o genótipo por si só não explica totalmente a ocorrência deste tipo de carne (WARRIS, 1995). Em um estudo Culau et al. (1994) identificaram frequência de 30,69% de carcaças PSE no estado do Rio

Grande do Sul, por leitura de pH inicial no músculo *Longissimus dorsi*, em 8842 carcaças suínas. A identificação da causa desta frequência alta de carcaças PSE, entretanto, não está definida, visto que muitos fatores ambientais e genéticos podem estar influenciando seu aparecimento

Outros fatores que podem influenciar a incidência de carnes PSE, além dos fatores genéticos são: o tempo de transporte dos animais da granja ao frigorífico (ANDRADE JÚNIOR et al., 1992), o manejo utilizado no período pré abate do frigorífico (SOUZA et al., 1998), o tempo de descanso dos animais antes do abate (ANDRADE JÚNIOR et al., 1992), os métodos de atordoamento (VELARDE et al., 2000), o intervalo de tempo entre sangria e a entrada da carcaça na câmara de resfriamento (BRESSAN et al., 1992), entre outros.

O manejo pré abate expõe os suínos a vários agentes estressantes, dentre os quais se podem elencar a mudança de ambiente, transporte, método de movimentação, mistura com animais desconhecidos e sistemas de insensibilização. Quando exercido de forma inadequada, este manejo pode comprometer o bem estar animal e a qualidade das carcaças (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

O embarque dos animais na granja é o início do manejo de pré abate e é o processo no qual se pode iniciar o estresse. O que ocorre na maioria das vezes nesta etapa é que os responsáveis por embarcar os animais nos caminhões de transporte não têm nenhum conhecimento dos princípios básicos do bem estar. Além disso, utilizam ferrões ou choques elétricos, comprometendo a qualidade da carcaça, que poderá sofrer lesões durante o processo forçado de condução e entrada dos animais no caminhão de transporte (FILHO & SILVA, 2004).

A condução de suínos durante o carregamento, descarregamento e instalações do frigorífico com utilização excessiva do bastão elétrico, associado à falta de rigidez na aplicação da legislação de bem-estar animal, contribuem, significativamente, para as perdas de qualidade da carne suína (FAUCITANO, 2000; ZANELLA, 2000). Suínos manejados com bastão elétrico no período pré abate apresentam maior velocidade de queda do pH, com conseqüente redução na capacidade de retenção de água da carne. Sua eliminação reduziu o percentual de carne PSE de 41 para 9% (D'SOUZA et al., 1998; VAN DER WAL et al., 1999).

O transporte é considerado um dos eventos mais estressantes para os animais e uma série de fatores podem contribuir para o aumento do estresse: densidade de carga do

caminhão ( $\text{kg/m}^2$ ), tempo de viagem até o abatedouro, tempo de restrição hídrica e alimentar, condições ambientais da viagem (temperatura, umidade relativa e velocidade do vento) e condições das rodovias (trepidações e solavancos) (FILHO & SILVA, 2004).

O tempo de transporte tem influência significativa sobre o grau de estresse nos suínos. Avaliando suínos transportados em dois tempos (15 minutos e 3 horas) Perez et. al. (2002) constataram que os animais transportados por menor tempo apresentaram valores de pH muscular mais baixos nas primeiras horas do *post mortem* e altos níveis de cortisol e lactato, quando comparados àqueles transportados por maior tempo.

Alta densidade de animais durante transporte ao abatedouro proporciona maior esforço dos suínos, inviabilizando as condições de recuperação da fadiga. Entretanto, o estresse provocado no transporte pode ser recuperado com o correto manejo nas instalações do frigorífico (VAN DER WAL et al., 1997; NANI COSTA et al., 2002). A mistura de animais desconhecidos durante o manejo pré-abate também é um fator importante no aumento do estresse uma vez que interrompe a hierarquia social pré-estabelecida (WARRISS, 1998).

Para o desembarque dos animais no abatedouro os procedimentos devem ser basicamente os mesmos adotados para o embarque na fazenda, ou seja, cuidados como o de se evitar o uso de equipamentos como bastões de choque ou ferrões para forçar os animais a descer do caminhão. É fundamental que logo após o desembarque os animais tenham à sua disposição um local, curral de espera, onde permanecerão por tempo suficiente para que se acalmem e descansem da viagem, antes de prosseguirem para as próximas etapas do abate. Estes animais precisam eliminar o excesso de ácido lático acumulado nos músculos e restabelecer o seu equilíbrio homeostático, o qual somente pode ser alcançado com a adoção de períodos de descanso adequados. Portanto, o período de descanso no abatedouro é de fundamental importância para que estes animais se recuperem do estresse ao qual foram expostos (DALLA COSTA et al., 2005).

O período de descanso no frigorífico é um procedimento do manejo pré-abate, que tem sido utilizado para possibilitar a recuperação dos suínos do estresse físico e psicológico ocorrido no transporte (VAN DER WAL et al., 1997 e 1999). Além disso, este período auxilia na manutenção da velocidade constante da linha de abate (DALLA COSTA et al., 2008).



O período de permanência dos suínos nas baias de espera no frigorífico é muito variável (<1 a 15 horas). O tempo ideal depende do frigorífico e das condições do manejo pré abate, considerando-se a disponibilidade de suínos para o abate, tempo de transporte, procedimentos de manuseio (mistura ou não de lotes) e condições ambientais (SANTOS et al., 1997; GISPERT et al., 2000).

No Brasil, o Serviço de Inspeção Federal adota para o abate de suínos um período mínimo de 6 horas de descanso (BRASIL, 1952). Outros autores, como Van Der Wal et al. (1997) e Warriss (2003) recomendam como tempo ideal nas baias de espera, entre 2-3 horas. Suínos submetidos a períodos de descanso menor que duas horas apresentam valores mais baixos de pH quando comparados com aqueles submetidos a longos períodos e essa variação está relacionada às reservas de glicogênio e presença de ácido láctico. Em outros estudos Warriss et al. (1998) e Nanni Costa et al. (2002) comprovaram este efeito, encontrando valores médios menores de pH inicial e final, em suínos submetidos ao tempo de descanso inferior a duas horas.

Suínos que não passam por períodos de descanso apresentam maiores porcentagens de carcaças PSE, em comparação aos que descansam por 1 a 2 horas (OWEN et al., 2000). O aumento do período de descanso reduz a incidência de carcaças PSE, mas longos períodos podem aumentar a ocorrência de carcaças DFD- seca, firme e escura (MOSS & ROBB, 1978; NIELSEN, 1981; LUNDSTRÖM et al., 1987; DE SMET et al., 1996; MILLIGAN et al., 1998; WARRIS et al., 1998; GISPERT et al., 2000; NANNI COSTA et al., 2002;).

É comum a prática de misturar grandes lotes de suínos devido ao inadequado dimensionamento das instalações que dificultam o deslocamento dos suínos, ou porque não apresentam importância econômica visível para os abatedouros. Tais fatores contribuem no incremento dos escores das lesões prejudicando o bem estar animal e a qualidade da carne (GRANDIN, 1999). A mistura de lotes no período de descanso resulta em aumento considerável na intensidade e duração das interações agonísticas, submetendo os animais a longos períodos de estresse (WARRISS et al., 1998; GISPERT et al., 2000).

A condução dos animais até a linha de abate deve ser executada de maneira menos estressante possível e isso só pode ser atingido levando-se em consideração os aspectos construtivos das instalações, ou seja, aspectos como a construção de linhas de condução dos animais na forma circular, facilitando a locomoção dos animais.

O sexo do animal pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e, principalmente, de terminação (UNRUH et al., 1996; LATORRE et al., 2004). Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (UNRUH et al., 1996; ELLIS, 1998; LATORRE et al., 2004).

Na produção atual de suínos, grande parte dos animais destinados ao abate são machos castrados. A castração cirúrgica (gonadectomia) de suínos machos jovens é um procedimento comum dentro da produção de suínos no mundo todo (THUN et al., 2006). Sabe-se, porém, que suínos machos castrados apresentam eficiência de conversão alimentar e retenção de nitrogênio prejudicadas e menor relação carne magra: gordura, o que torna a criação significativamente mais cara em comparação a machos inteiros (PRUNIER et al., 2006).

Por ser um fator estressante aos animais, causando dor e ferimentos que podem levar a deficiências crônicas no desempenho dos animais, tornou-se um procedimento questionável e, até mesmo, em processo de banimento em alguns países (BONNEAU & ENRIGHT, 1995; ZENG et al., 2002; BAUER et al., 2008).

Apesar de estes fatores possuírem importância significativa para o progressivo abandono da castração cirúrgica na produção suinícola, problemas relacionados com o odor na carcaça ainda a tornam o procedimento mais prático na eliminação deste fator (BABOL et al., 1998). Assim, alternativas para a castração de suínos vêm sendo investigadas, de modo que tenham aplicação prática, sejam viáveis economicamente e não causem impactos negativos ao desempenho produtivo dos animais. Estes métodos devem atender aos requisitos impostos pelos consumidores e aos princípios de bem estar animal.

A castração imunológica com anti-GnRH é um procedimento que pode substituir a castração cirúrgica de suínos machos, sendo eficaz em reduzir as concentrações dos principais hormônios responsáveis pelo desencadeamento do odor na carcaça (CLAUS et al., 2007; BAUER et al., 2008) garantindo ainda melhor desempenho e eficiência alimentar aos animais quando comparados aos castrados cirurgicamente (PAULY et al., 2009)

A sua aplicação, porém, deve ser estudada com cautela, de forma que possam ser analisadas questões inerentes ao bem-estar animal, uma vez que permite que os animais apresentem comportamento sexual e acabem agredindo-se uns aos outros, quando em baias

coletivas, podendo causar alterações na qualidade da carne proveniente destes animais e aumentar a incidência de carnes PSE.

O estado do Mato Grosso do Sul destaca-se pelo número de produtores rurais que se dedicam a suinocultura e, este fato deve-se à presença de importantes empresas do setor com unidades instaladas na região, mantendo com os produtores o sistema de integração. Uma vez que os prejuízos causados por este tipo de anomalia são de grande impacto econômico, pois afeta principalmente os cortes especiais como o lombo e o pernil, faz-se necessário avaliar a incidência, as características e os fatores relacionados ao desenvolvimento da carne suína PSE.

O capítulo 2, denominado **INCIDÊNCIA DA CARNE PSE EM SUÍNOS EM FUNÇÃO DO MANEJO PRÉ ABATE E SEXO**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** e teve como objetivo avaliar os efeitos do manejo pré abate, e sexo sobre a incidência de carne PSE em abatedouro comercial.

O capítulo 3, denominado **PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE SUÍNA PSE**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Ciência Rural** e teve como objetivo avaliar as principais características funcionais de importância para indústria e para o consumidor, da carne suína PSE, bem como as correlações existentes entre elas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; ROBERTSON, W.M.; TONG, A.K.; SATHER, A.P. Growth characteristics and carcass composition of pigs with known genotypes for stress susceptibility over a weight range of 70 to 120 kg. **Animal Production**, v.52, p.347-353, 1991.
- ANDRADE JÚNIOR, R.; NICOLAIEWSKY, S.; OURIQUE, J.M.R.; CULAU, P.O.V.; BRESSAN, M.C. Análise de alguns fatores determinantes da qualidade da carne suína. I. Efeito da distância Granja-Frigorífico, tempo de descanso, sexo e peso-vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 22., 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1992. p.216.
- ANTUNEZ, R.C. **O efeito do genótipo hal sobre o rendimento de carne em partes da carcaça de suínos cruzados**. Uberlândia, 1997. 66p. Dissertação (Mestrado em genética e bioquímica) – Curso de Pós- Graduação em Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- BABOL, J.; SQUIRES, E.J.; LUNDISTROM, K. Hepatic metabolism of skatole in pigs by cytochrome P4502E1. **Journal of Animal Science**, v.76, p.822-828, 1998.
- BASTOS, R.G. **Caracterização do gene do estresse suíno e seu efeito sobre o peso e composição da carcaça**. Pelotas, 1998. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BAUER, A; LACORN, M.; DANOWSKI, K.; CLAUS, R.. Effects of immunization against GnRH on gonadotropins, the GH-IGF-I-axis and metabolic parameters in barrows. **Animal**, v.2, supp.8, p.1215-1222, 2008.
- BERTOLONI, W. **Eficácia do sistema Hennessy GP4 na determinação de aspectos qualitativos em carcaças suínas**. 1999. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.
- BONNEAU, M.; ENRIGHT, W.J. Immunocastration in cattle and pigs. **Livestock Production Science**, v.42, p.193-200, 1995.

BRASIL. 29 de março de 1952. **Decreto nº 30.691, de 29/03/52 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento 1952. 154 p.

BRESSAN, M.C.; CULAU, P.O.V.; OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Effect of between bleeding and the entry of carcasses in chilling chamber and chilling rates on pork quality. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND ECHNOLOGY, 38., 1992. Clermont-Ferrand. **Proceeding**. Clermont-Ferrand, France, 1992. v.2, p.165-168.

BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L.L.; SILVA, C.A. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

BRIDI, A.M.; RUBENSAM, J.M.; NICOLAIEWSKY, S.; LOPES, R.F.F.; LOBATO, J.F.P. Efeito do genótipo halotano e de diferentes sistemas de produção na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.

BRISKEY, E.J. Etiological status and associated studies of pale, soft, exudative porcine musculature. **Advances in Food Research**, v. 13, p.89-178, 1964.

CHANNON, H.A. PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, v.56, p.291-299, 2000.

CHRISTIAN, L.L. **Effect of stress gene on quality**. In: Quality summit. Des Moines: National Pork Producers Council, 1997. p.35-47.

CLAUS, R.; LACORN, M.; DANOWSKI, K. ; PEARCE, M.C. ; BAUER, A. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. **Vaccine**, v.25, p.4689-4696, 2007.

CULAU, P.O.V.; LÓPEZ, J.; RUBENSAM, J.M.; LOPES, R.F.F.; NICOLAIEWSKY, S. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 2, p.954-961, 2002.

CULAU, P.O.V. **A contribuição do gene halotano sobre as características de qualidade da carne suína**. Porto Alegre, 1999. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) –

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

CULAU, P.O.V.; OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Incidence of PSE in commercial pig carcasses in Rio Grande do Sul state. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 40., 1994, The Hague. **Abstracts...** The Hague: ICoMST, 1994. S-IVA.01.

DALLA COSTA, O.A.; BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; COLDEBELLA, A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; FAUCITANO, L.; DALLA ROZA, D.; PELOSO, J.V.; TRIQUES, N.J. Efeito de manejo pré-abate e da posição do box dentro da carroceria sobre o perfil hormonal de suínos. **Comunicado técnico 406**. Embrapa – CNPSA, Concórdia, SC, Dez 2005.

DALLA COSTA, O.A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; LUDKE, J.V.; COLDEBELLA, A.; KICH, J.D.; PELOSO, J.V.; FAUCITANO, L.; DALLA ROZA, D. Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a incidência de úlcera esofágica-gástrica. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.199-205, 2008.

DE SMET, S.M.; PAUWELS, H.; DE BIE, S.; DEMEYER, D.I.; CALLEWIER, J.; EECKHOUT, W. Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1854-1863, 1996.

D'SOUZA, D.N.; DUNSHEA, F.R.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J. The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Science**, v.50, p.429-437, 1998.

EIKELENBOOM, G.; COSTA, N. Fibre optic probe measurements in landrace pigs of different halothane phenotypes. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 34., 1988, Brisbane. **Proceedings...**Brisbane: 1988. p.30-33.

ELLIS, M. Genetic and nutritional influence on pork quality. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 1998. p.25-54.

FÁBREGA, E.; MANTECA, X.; FONT, J.; GISPERT, M.; CARRION, D.; VELARDE, A.; RUIZ-DE-LA-TORRE, J. L. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. **Meat Science**, v.62, 463-472, 2002.

FAUCITANO, L. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 81, p.39-45, 2000.

FILHO, A.D.B.; SILVA, I.J.O. Abate humanitário: ponto fundamental do bem-estar animal. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, v.328, p.36-44, 2004.

FISHER, P.; MELLETT, F.D.; HOFFMAN, L.C. Halothane genotype and pork quality. 1. Carcass and meat quality characteristics of three halothane genotypes. **Meat Science**, v.54, p.97-105, 2000.

FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; LEON, S.; KHANA, V.; WEILER, J. E.; O'BRIEN, P. J.; MACLENNAN, D. H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Science**, v.253, p.448-451, 1991.

GARCIA-MACIAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA, A., SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVANS, D. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **Animal Science**, v.63, p.487-496, 1996.

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; GUARDIA, M.D.; OLIVER, M.A.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey on pre-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v. 55, p.97-106, 2000.

GRANDIN, T. **Report on Canadian animal welfare audit of stunning and handling in federal and provincial inspected slaughter plants**. Conducted for the Federal Food of Animal Origin Division, The Canadian Meat Council and the Canadian Federation of Humane Societies. 1999.

HONIKEL, K.O.; KIM, C.J. Causes of development of PSE pork. **Fleischwirts**, v.66, p.349-353, 1986.

LARZUL, C.; LE ROY, P.; GUEBLEZ, R.; TALMANT, A.; GOGUE, J.; SELLIER, P.; MONIN, G. Effect of halothane genotype (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality

traits of pigs slaughtered at 95Kg or 125Kg live weight. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.114, p.309-320, 1997.

LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G.; MEDEL, P.;MATEOS, G.G. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004.

LAVILLE, E.; SAYD, T.; SANTÉ-LHOUELIER, V.; LABAS, M.M.R.; FRANCK, M.; CHAMBON, C.; MONIN, G. Characterization of PSE zones in semimembranosus pig muscle. **Meat Science**, v.7, n.1, p.167-172, 2005.

LEACH, L.M.; ELLIS, M.; SUTTON, D.S. ; McKEITH, F.K.; WILSON, E.R. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of halothane carrier and negative pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.934-943, 1996.

LUNDSTRÖM, K.; MALMFORS, B.; MALMFORS, G.; STERN, S. Meat quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage for two hours. **Swedish Journal of Agricultural Research**, 17, 51-56, 1987.

MAGANHINI, M.B. ; MARIANO, B. ; SOARES, A.L. ; GUARNIERI, P.D. ; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27(supl.), p.69-72, 2007.

MILLIGAN, S. D.; RAMSEY, C. B.; MILLER, M. F.; KASTER, C. S.; THOMPSON, L. D. Resting of pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 76, 74–86. 1998.

MOSS, B.W.; ROBB, J.D. The effect of pre-slaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter, and meat quality of boars, hogs and gilts. **Journal of the Science of Food and Agriculture.**, v.29, p.689-696, 1978.

NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D. P.; DALL'OLIO, S.; DAVIOLO, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. **Meat Science**, v.61, p.41-47, 2002.



NIELSEN, N.J. The effect of environmental factors on meat quality and deaths during transportation and lairage before slaughter. In: Porcine stress and meat quality - causes and possible solutions to the problems. **Proceedings...** (pp. 287-297). Jelov, Norway, 1981.

O'NEILL D.J.; LYNCH, P.B.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; KERRY, J.P. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pig meat. **Meat Science**, v.64, p.105-111, 2003.

OWEN, L.B.; MONTGOMERY, L.J.; RAMSEY, B.C.; MILLER, M.F. Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. **Meat Science**, v.54, p.221-229, 2000.

PAULY, C.; SPRING, O'DOHERTY, J.V.; AMPUERO KRAGTEN, S.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, p.1-10, 2009.

PELOSO, J.V.; LUDTKE, C.B.; MICHELON, M.; IRGANG, R.; DELLAGOSTIN, O.A. Relação entre os genótipos da síndrome do stress suíno (PSS) em amostras de pernis resfriados e os valores de qualidade final da carne. In: CONGRESSO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 10., 2001. Porto Alegre. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p.155-156.

PÉREZ, M.P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; ACEÑA, M.C.; CHACÓN, G.; VERDE, M.T.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, M.O.; GASCÓN, M.; GARCÍA-BELENQUER, S. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. **Veterinary Record**, v.33, p.239-250, 2002.

PRUNIER, A.; BONNEAU M.; VON BORELL, E.H.; CINOTTI, S.; GUNN, M.; FREDRIKSEN, M.; GIERSING, M.; MORTON, D.B.; TUYTTENS, F.A.M.; VELARDE, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. **Animal Welfare**. v.15, p. 277-289, 2006.

ROÇA, O.R. **Propriedades da carne**. Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2000. Disponível em: <http://pucrs.campus2.br/~thompson/TPOACarne/Roca107.pdf>> Acesso em: 20 /03/2008.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality: a review. **Meat Science**, v 59, p. 397-406, 2001.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality - review. **Meat Science**, v.64, p.219-237, 2003.

RÜBENSAM, J.M. Transformações *post mortem* e qualidade da carne suína. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE, 2000. Disponível em: <[http:// www.cnpsa.embrapa.br.](http://www.cnpsa.embrapa.br)> Acesso em: 18/03/2010

SÁ, E.M.F. A influência da água na propriedade da carne. **Revista da carne**, 2005. Disponível em: [http://www.suino.com.br/carne/noticia.asp?pf\\_id=16248&dept\\_id=2](http://www.suino.com.br/carne/noticia.asp?pf_id=16248&dept_id=2)> Acesso em: 18/03/2010.

SANTOS, C.; ALMEIDA, J.N.; MATIAS, E.C.; FRAQUEZA, M.J.; ROSEIRO, C.; SARDINA, L. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. **Meat Science**, v.45, p.253-262, 1997.

SAYRE, R. N.; BRISKEY, E. J.; HOEKSTRA, W. G. Comparison of muscle characteristics and post-mortem glycolysis in the three breeds of swine. **Journal of Animal Science**, v.22, p.1012-1020, 1963.

SILVEIRA, E.T.F. Impacto da qualidade na industrialização da carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2., 1996. Campinas. **Anais....**: Instituto de Tecnologia de Alimentos,1996. p.99-122.

SOUZA, N.D.; WARNER, F. R.; DUNSHEA, R.F.; LEURY, B.J. Effect of on- farm and pre-slaughter handling of pigs on meat quality. **Australian Journal Agricultural Research**, n.49, p.1021-25, 1998.

THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F.F. Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology*, v.57 Suppl 8, p.189-194, 2006.

UNRUH, J.A.; FRIESEN, K.G.; STUEWE, S.R.; DUNN, B.L.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, n.6, p.1274-1283, 1996.

VAN DER WAL, P.G.; ENGEL, B.; HULSEGGE, B. Causes for variation in pork quality. **Meat Science**, v.46, p.319-327, 1997.

VAN DER.WAL, P.G.; ENGEL, B.; REIMERT, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, v.53, p.101-106, 1999.

VAN LAACK, R. L. J. M., KAUFFMAN, R. G., POLIDORI, P. Evaluating pork carcasses for quality. **National Swine Federation Annual Meeting**, December 1, 1995. Web page, 2000.

VELARDE, A.; GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; MANTECA, X.; DIESTRE, A. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and hemorrhages in pork carcasses. **Meat Science**, v.55, p.309-314, 2000.

WARRIS, P. New developments in preslaughter handling of pigs. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 1., 1999, Campinas. **Anais ...**: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. p.81-107.

WARRISS, P.D.; BROW, S.N.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, v.66, p.255-261, 1998.

WARRISS, P.D. Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: a review. **Veterinary Record**, v. 153, p. 170–176, 2003.

ZANELLA, A.J.; DURAN, O. Bem-estar de suínos durante o embarque e o transporte: Uma visão norte-americana. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia. **Anais...** Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>> Acesso em: 18/03/2010.

ZENG, X.Y.;TURKSTRA, J.A.; JONGBLOED, A.W.; VAN DIEPEN, J.Th.M.; MELOEN, R.H.; OONK, H.B.; GUO, D.Z.; VAN DE WIEL, D.F.M. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high and low energy diets. **Livestock Production Science**, v.77, p.1-11, 2002.

## **CAPÍTULO 2**

### **INCIDÊNCIA DA CARNE PSE EM SUÍNOS EM FUNÇÃO DO MANEJO PRÉ ABATE E SEXO**

*Management pre-slaughter and sex on the incidence of PSE meat in pigs*

## RESUMO

A carne suína *pale, soft, exsudative* (PSE) é de origem multifatorial, podendo ser influenciada por fatores como genótipo, sexo e manejo pré abate. A imunocastração é uma alternativa aos métodos convencionais de castração, mas pouco se sabe a respeito do comportamento destes animais, sua susceptibilidade ao estresse e suas consequências sobre a qualidade da carne. Deste modo, o estudo teve o objetivo de avaliar o efeito do manejo pré abate e do sexo sobre a incidência de carne PSE, em abatedouro comercial. Foram realizadas três visitas a um abatedouro comercial na cidade de Dourados (MS), nas quais mensurou-se o pH das carcaças ( $n = 2128$ ) aos 45 minutos após o abate, de lotes composto por fêmeas, machos castrados cirurgicamente, machos imunocastrados e lotes mistos (machos castrados cirurgicamente e fêmeas), submetidos a período de descanso e tempo entre o carregamento e o abate variando entre de 2 a 16 horas. Carcaças com  $\text{pH}_{45} \leq 5,8$  foram classificadas como PSE e àquelas com  $\text{pH}_{45} > 5,8$  como normais. Em função do número de animais avaliados dentro de cada categoria estimou-se a frequência de carne PSE. A incidência total de carne PSE foi de 10,06%, sendo maior nos lotes de animais imunocastrados (13,54%) quando comparados aos lotes de fêmeas (8,59%) ou de machos castrados cirurgicamente (8,49%). Períodos de descanso inferiores a 6 horas e superiores a 14 horas aumentaram a incidência de carne PSE. Embora preconizada para diminuição do estresse causado pela castração cirúrgica, a imunocastração pode causar maior incidência de carnes PSE em abatedouros. Período de descanso entre 6 e 8 horas minimizaram a ocorrência de carnes PSE.

**Palavras-chave:** estresse, imunocastração,  $\text{pH}_{45}$ , suinocultura, tempo de descanso

## ABSTRACT

The meat pork pale, soft and exudative (PSE) is multifactorial in origin and may be influenced by factors such as genotype, sex and pre-slaughter handling. The immunocastration emerged as an alternative to conventional methods of castration, but little is known about the behavior of these animals, their susceptibility to stress and its effects on meat quality. Thus, the study aimed to evaluate the effect of pre-slaughter handling and sex on the incidence of PSE meat in commercial slaughterhouse. There were three visits to a commercial slaughterhouse in the city of Dourados (MS), in which was measured the pH of carcasses (n = 2128) at 45 minutes after slaughter of lots consisting exclusively of females, males castrated surgically, males immunologically castrated and mixed lots (females and castrated surgically), underwent a resting time and time between the shipment and slaughter ranged from 2 to 16 hours. Carcasses with  $\text{pH}_{45} \leq 5.8$  were classified as PSE and those with  $\text{pH}_{45} > 5.8$  as normal. Depending on the number of animals evaluated in each category estimated the frequency of PSE. The overall incidence of PSE meat was 10.06%, higher in lots of animals immunocastrated (13.54%) compared to lots of females (8.59%) or castrated males (8.49%). Resting time of less than 6 hours and up to 14 hours increased the incidence of PSE meat. Although recommended to reduce the stress caused by surgical castration, immunocastration can cause a higher incidence of PSE meat in slaughterhouses. Resting time between 6 and 8 hours minimized the occurrence of PSE meat.

**Key-words:** stress, immunocastration,  $\text{pH}_{45}$ , swine, resting time

## INTRODUÇÃO

A suinocultura mundial encontra-se em processo de mudanças e o aumento da demanda por proteína animal, principalmente nos países em desenvolvimento, exige aumento na produção e na produtividade. Entretanto, a sociedade anseia que os sistemas de produção causem o menor impacto ao meio ambiente e que os animais sejam criados em condições mais humanitárias. Deste modo, além dos aspectos sensoriais e tecnológicos, considerações éticas dos sistemas de criação estão sendo incorporadas para conceituar a qualidade da carne (Warriss e Brown, 2000).

O investimento na produção de suínos (genética, nutrição, sanidade e sistemas de produção) foi crescente nos últimos anos e teve como objetivo a obtenção de um animal competitivo. No entanto, o novo modelo de animal, trouxe desafios, principalmente nos aspectos de manejo pré abate (Silveira, 2001) tornando-os mais sensíveis ao estresse.

Suínos quando submetidos a condições estressantes durante o manejo pré abate e abate apresentam modificações bioquímicas musculares consideráveis (Costa et al., 2002) que podem interferir de forma decisiva na qualidade de sua carne e consequente processamento e tempo de prateleira.

O desenvolvimento da anomalia PSE (*pale, soft, exudative*) na carne suína é fruto da interação entre o genótipo e o ambiente. Fatores como tempo de transporte dos animais da granja ao frigorífico (Andrade et al., 1992), o manejo utilizado no período pré abate (Souza et al., 1998) e o tempo de descanso dos animais antes do abate (Andrade et al., 1992), podem influenciar de forma significativa a incidência da carnes PSE.

O período de descanso no frigorífico é uma importante prática de manejo, que tem sido utilizada para possibilitar a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido no transporte. Para tanto, é usual deixar os animais em repouso nas baias do frigorífico de 1 a 3 horas, tempo considerado para a recuperação das reservas de glicogênio, baseado em avaliações de pH, cor e perda de água da carne (Warriss et al., 1998). Contudo, o período de descanso ótimo depende da logística do estabelecimento (distância da granja ao abatedouro, condições de transporte, mistura de lotes, temperatura ambiente) e da intensidade do estresse a que os suínos foram submetidos durante o manejo pré abate (Geverink et al., 1996; Santos et al., 1997; Giespert et al., 2000). De acordo com RIISPOA (Brasil, 1952) é proibida a matança de qualquer animal que não tenha permanecido pelo

menos 24 horas em descanso, jejum e dieta hídrica no estabelecimento. Entretanto, a regulamentação permite que o período de repouso seja reduzido quando o tempo de viagem não for superior a duas horas, mas em hipótese alguma deve ser inferior a seis horas.

A incidência de carne PSE em abatedouros comerciais tem variado de maneira significativa (Owen et al., 2000; Denaburski et al., 2001; Castrillón et al., 2007) e isso deve-se ao fato de muitos fatores estarem envolvidos com o seu aparecimento.

O sexo pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e, principalmente, de terminação (Unruh et al., 1996; Latorre et al., 2004). Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (Unruh et al., 1996; Ellis, 1998; Latorre et al., 2004).

Sabe-se que, suínos machos inteiros apresentam comportamento agressivo e atividade sexual, resultando em danos nas carcaças que aumentam progressivamente à medida que o suíno atinge os estágios mais avançados da puberdade (Thun et al., 2006), além do problema relacionado ao odor na carcaça, sendo deste modo, a castração de machos destinados ao abate uma prática comum e obrigatória no Brasil.

A castração imunológica com anti-GnRH é um procedimento que pode substituir a castração cirúrgica de suínos machos, sendo eficaz em reduzir as concentrações de androstenona e escatol, responsáveis pelo odor na carcaça, garantindo ainda bom desempenho e a qualidade de carcaça dos animais (Font i Furnols et al., 2008; Silveira et al., 2008). A sua aplicação, porém, deve ser estudada com cautela, de forma que possa ser analisada a viabilidade econômica na implantação desta técnica, além da questão de bem estar animal, pois a castração cirúrgica causa desconforto momentâneo, enquanto a imunocastração permite que os animais apresentem comportamento sexual e acabem agredindo-se uns aos outros, quando em baias coletivas. Este fato pode ocasionar estresse aos animais nas pocilgas de espera, nos momentos que antecedem o abate, aumentando a incidência de carcaças PSE e trazendo prejuízos à indústria.

Deste modo, o objetivo do trabalho foi verificar a incidência de carne PSE em abatedouro comercial e sua relação com o manejo pré-abate e o sexo dos animais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**



As análises laboratoriais do experimento foram realizadas na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados MS, no período de maio de 2009 a julho de 2010.

Para condução da pesquisa foram realizadas três avaliações distribuídas ao longo de um ano em um abatedouro comercial, situado no município de Dourados, MS. A planta abatedoura possui capacidade de abate de 2300 cabeças/dia, representando aproximadamente 50% do abate do Estado do Mato Grosso do Sul, sendo parte de sua produção destinada ao mercado interno e parte para exportação, principalmente na forma de produtos industrializados.

Os dados meteorológicos referentes às datas das avaliações no abatedouro foram obtidos da Estação meteorológica da Universidade Federal da Grande Dourados. Utilizando-se os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as temperaturas de bulbo seco (*tbs*) e bulbo úmido (*tbu*) do ar através do programa Psicrom® (Roriz, 2003) e posteriormente os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação:  $ITU = 0,72 (tbs + tbu) + 40,6$  (Thom, 1958).

O manejo pré abate foi padronizado para todos os animais, com exceção do tempo de descanso. O tempo de jejum efetivo anterior ao transporte foi de aproximadamente seis horas. Os animais mais pesados de cada baia eram selecionados para embarque, com a utilização de lonas para apartação dos mesmos, e a condução realizada com auxílio de chocalhos (garrafa plástica com pedras em seu interior) e tábuas de manejo, havendo dessa forma a mistura de lotes a partir desse momento.

Os animais foram molhados imediatamente antes do embarque. O embarque dos animais foi realizado utilizando-se rampas elevadiças até a carroceria do caminhão. Os suínos foram transportados em caminhões (truck - com 16 divisórias e carreta- 24 divisórias) tipo porcadeiro equipado com carroceria em alumínio com dois pisos.

A densidade de transporte dos suínos ao abatedouro foi padronizada dentro da faixa de 250 a 280 kg de peso vivo por  $m^2$  (0,35 a 0,40  $m^2/100$  kg). Os animais foram desembarcados por meio de rampa elevadiça e na plataforma de recepção foram banhados com água. Após desembarque receberam uma tatuagem através de um tatuador com tinta atóxica e foram encaminhados à pocilga de descanso, onde cada boxe de 42 $m^2$  comportava até 65 animais com 10 bebedouros tipo chupeta. Depois de cumprido o período de descanso os suínos eram guiados ao abate pelos funcionários utilizando-se tábuas de manejo até a

seringa e, só então, era permitido o uso do bastão elétrico para que o animal entrasse na esteira rolante.

Os suínos foram abatidos com peso vivo médio de 115 kg (aproximadamente 85 kg de carcaça), seguindo protocolo de abate convencional após insensibilização por eletronarcose. Os animais foram abatidos separadamente de acordo com o sexo, sendo lotes formados por fêmeas, por machos imunocastrados, machos castrados cirurgicamente e lotes mistos de fêmeas e machos castrados cirurgicamente.

Para avaliação da percentagem de ocorrência de carnes PSE, nos dias das avaliações, acompanhou-se o abate de lotes específicos, sendo todos os animais da mesma linhagem genética, selecionada para alta deposição de carne magra na carcaça, avaliando-se o pH das carcaças, aos 45 minutos ( $\text{pH}_{45}$ ) após o abate. Dos 2300 suínos abatidos diariamente foram selecionadas aproximadamente 30% das carcaças para mensuração do  $\text{pH}_{45}$  (n= 2128) nas 3 coletas.

A mensuração do pH nas carcaças foi realizada por método direto, utilizando-se um peagâmetro portátil acoplado a uma sonda com ponta fina de penetração, inserida no centro do músculo *Longissimus dorsi*, da meia carcaça esquerda, entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> vértebra torácica.

As carcaças foram classificadas como normais ou PSE baseando-se nos valores de  $\text{pH}_{45}$ . Carcaças cujo  $\text{pH}_{45}$  foi menor ou igual a 5,8 foram classificadas como PSE e aquelas com  $\text{pH}_{45}$  maior que 5,8 classificadas como normais (Gerrard, 1997; Ordóñez et al., 1998; Velazco, 2001). Carcaças com  $\text{pH}_{45}$  inferiores a 5,6 foram consideradas como PSE extremo.

Para avaliação dos efeitos do manejo pré-abate sobre a incidência de carne PSE foram utilizados os parâmetros: tempo total de descanso na pocilga do abatedouro (2 a 4; 4 a 6; 6 a 8; 8 a 10; 10 a 12; 12 a 14; 14 a 16 horas) e tempo total transcorrido entre o carregamento e o abate (menor que 6; 6 a 9; 9 a 12; 12 a 15; maior que 15 horas), divididos em classes em função da duração.

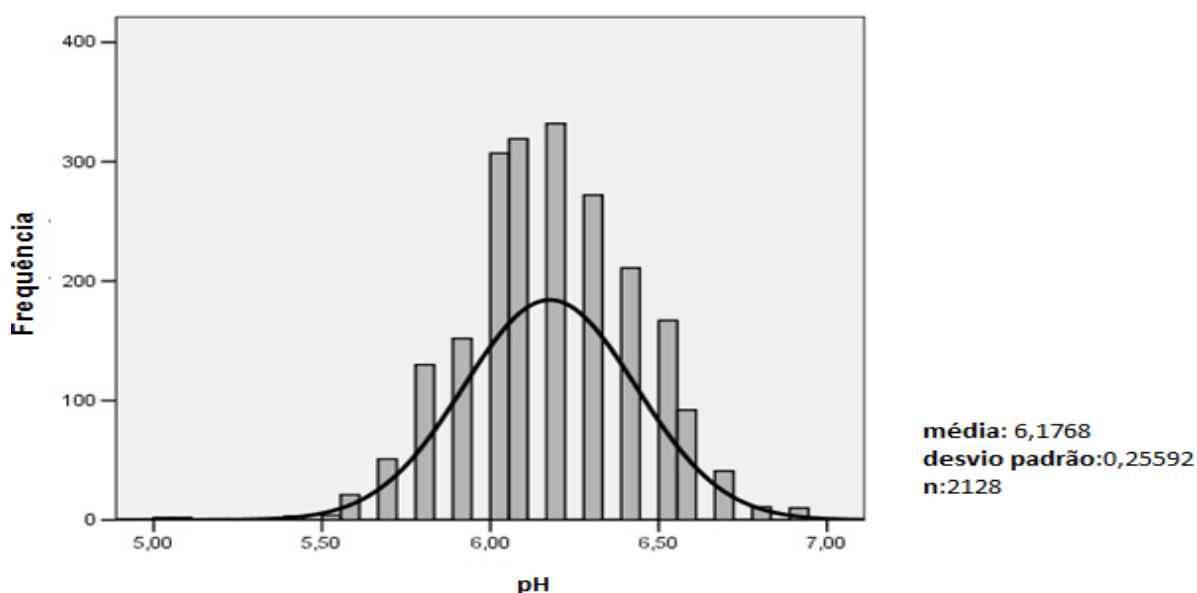
A incidência total de carne PSE foi obtida utilizando-se a quantidade de carcaças positivos para PSE ( $\text{pH}_{45} \geq 5,8$ ) em relação ao número total de carcaças avaliadas, expressa em porcentagem. A incidência de PSE em função do sexo foi mensurada pelo número de carcaças diagnosticados como PSE em relação ao número de animais de cada sexo avaliado.

A análise da estatística foi realizada pelo programa Statistical Analysis System (SAS for Windows, v.8 2®, 2001). Os valores de pH aos 45 minutos pós abate em função do

sexo e do manejo pré abate, foram avaliados quanto às pressuposições do modelo (normalidade e homocedasticidade). Não atendendo as pressuposições, foram realizadas análises não paramétricas, utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis. O teste de Qui-quadrado foi utilizado para comparação da frequência de carnes PSE entre os diferentes sexos e tempos de descanso no abatedouro e tempo total entre o carregamento e o abate.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência de pH ao 45 minutos após o abate apresentou ampla variação com maior frequência de pH<sub>45</sub> na faixa de 6,0 a 6,2, havendo entretanto, quantidade significativa de carcaças com pH acima e abaixo destes valores. (Fig. 1)



**Figura 1.** Histograma de frequência do pH aos 45 minutos *post mortem* (N = 2128), mensurado na linha de abate

Considerando-se como PSE as carcaças cujo pH<sub>45</sub> foi menor ou igual 5,8, a incidência total de carne PSE foi de 10,06 % (Tab. 1). Apenas 0,56 % das carcaças foram classificadas como PSE extremo (pH<sub>45</sub> < 5,6), sendo o maior percentual observado para fêmeas (0,38%), iguais percentuais para os lotes de machos imunocastrados e lotes mistos (0,09%). Não houve incidência de PSE extremo nos lotes de machos castrados cirurgicamente.

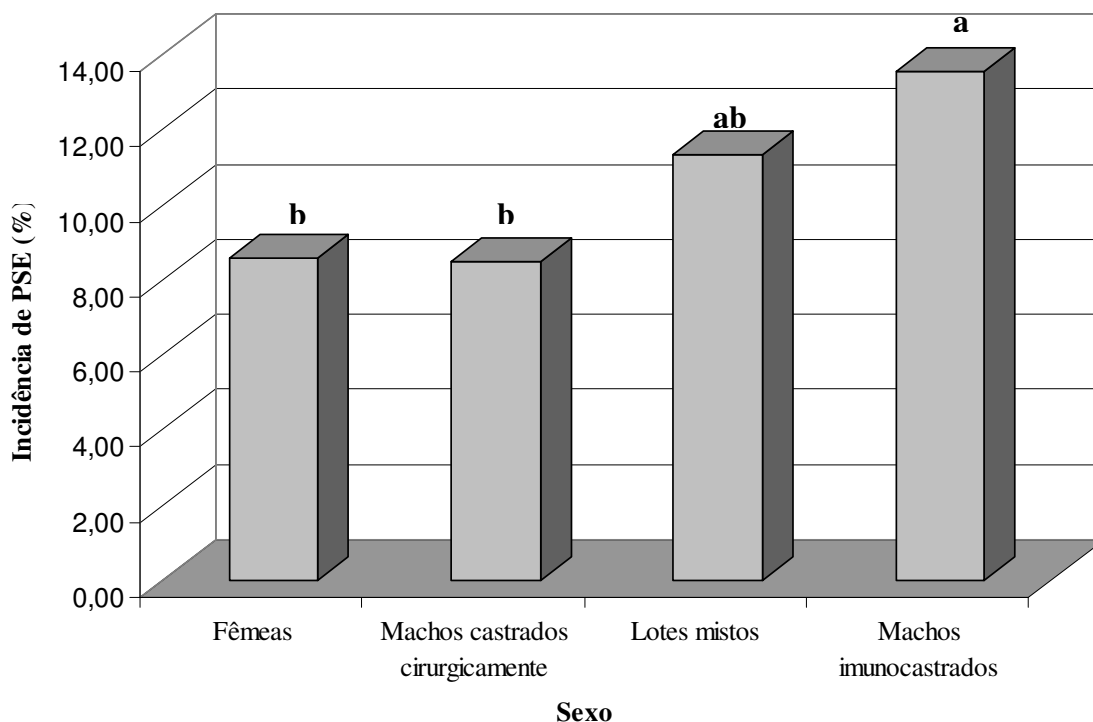
**Tabela 1.** Incidência total de carcaças PSE (*pale, soft, exsudative*) e em função do sexo dos animais

<b>Sexo</b>	<b>Nº cabeças abatidas</b>	<b>Nº carcaças PSE</b>	<b>% PSE por sexo</b>	<b>% PSE do total de animais abatidos</b>
Fêmea	908	78	8,59	3,67
Macho castrado	259	22	8,49	1,03
Imunocastrado	229	31	13,54	1,46
Misto	732	83	11,34	3,90
<b>Total</b>	<b>2128</b>	<b>214</b>	<b>---</b>	<b>10,06</b>

A incidência de carne PSE na presente pesquisa encontra-se abaixo das observadas por outros pesquisadores brasileiros, que obtiveram percentuais de 22,83% (Maganhini et al., 2007), 30,69% (Culau et al., 1994) e 46,36% (Culau et al., 2002) na região sul do país. Esta redução pode ser explicada em parte, pelas empresas de genética disponibilizarem atualmente no mercado muitas linhagens livres do gene halotano, bem como pelo constante aprimoramento nas técnicas de manejo pré-abate, com maior conscientização em todos os segmentos da cadeia sobre os princípios de bem-estar animal e suas consequências na qualidade da carne.

O percentual de carcaças PSE em função do sexo do animal foi semelhante para os lotes formados exclusivamente por fêmeas (8,59%) e machos castrados cirurgicamente (8,49%). Entretanto, este percentual foi elevado quando estas duas categorias foram misturadas no mesmo lote (11,34%), embora não diferentes estatisticamente. A incidência de carcaças PSE também foi mais elevada nos lotes de machos imunocastrados (13,54%), sendo aproximadamente 5% maior quando comparada à de machos castrados cirurgicamente e fêmeas (Tab. 1, Fig. 2).

Castrillón et al. (2007) avaliando a incidência de carne PSE em planta de abate comercial, utilizando-se como parâmetro o pH aos 45 minutos pós abate, obtiveram incidência de 25,22%. Os mesmos autores verificaram que o sexo relacionou-se de forma significativa com o pH<sub>45</sub>, sendo que carcaças provenientes de suínos machos tiveram maiores valores de pH<sub>45</sub> apresentando incidência de 24,67% de carne PSE enquanto as fêmeas apresentaram 25,74%.



**Figura 2.** Incidência (%) de carcaças PSE ( $\text{pH}_{45} \leq 5,8$ ) em lotes de machos imunocastrados, fêmeas, machos castrados cirurgicamente e lotes mistos (machos castrados cirurgicamente e fêmeas)

Coma e Piquer (2000) sugerem que a maior incidência de carne PSE em fêmeas em comparação aos machos castrados deve-se à diferenças na utilização do glicogênio durante o jejum, à composição de fibras musculares e ao comportamento durante o transporte e pré-abate.

Em contrapartida, Bridi et al. (2006) avaliando o efeito do sexo sobre a qualidade da carne suína verificaram que as fêmeas não apresentaram carcaças com carne PSE mas, nos machos castrados, a frequência foi de 25%. Segundo Ellis (1998) carcaças mais pesadas apresentam menores valores de pH inicial e final e maior perda de água, o que resulta em maior incidência de carne PSE. Em mesma idade, machos castrados cirurgicamente possuem maior peso de abate que fêmeas, fato que pode ocasionar a maior incidência de PSE nesses animais.

Entretanto, no presente estudo, o abate dos animais pela empresa é padronizado pelo peso e não pela idade, sendo todos os animais abatidos com a mesma faixa de peso, o

que poderia explicar o fato da incidência de PSE não ter diferido entre fêmeas e machos castrados cirurgicamente.

O sexo pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e, principalmente, de terminação. Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (Latorre et al., 2004).

Outros estudos mostram que o efeito do sexo sobre a qualidade da carne suína é mínimo (Pommier et al., 1998; Van der Wal et al., 1999). Jeong et al. (2008), Pauly et al. (2009) e Gispert et al. (2010) não observaram diferenças entre fêmeas, machos castrados cirurgicamente e imunocastrados quanto a parâmetros qualitativos da carne suína, como pH aos 45 minutos *post mortem*, pH final, coloração e capacidade de retenção de água.

Avaliando o comportamento agressivo e sexual em machos inteiros e fêmeas, Rydhmer et al. (2006) observaram que as interações agressivas durante a alimentação de rotina foi menor em baias de fêmeas do que de machos inteiros e que estas interações tiveram correlação positiva com a taxa de crescimento. Os autores concluíram que a criação de suínos machos inteiros pode causar problemas de bem estar em função de seus níveis mais elevados de agressão.

A castração cirúrgica de leitões machos para evitar odor sexual é cada vez mais criticada por razões de bem estar dos animais (Tuyttens, 2002; Prunier et al., 2006). As consequências negativas da castração têm sido consideradas em função do estresse e dor durante e logo após a castração cirúrgica. No entanto, a castração também pode propiciar benefícios ao bem estar animal com a possibilidade de reduzir as interações agressivas e sexuais entre eles (Rydhmer et al., 2006; Velarde et al., 2007). Ambas as alterações comportamentais podem ser interpretadas como benéficas para o bem estar dos animais e devem ser levadas em conta na análise custo benefício da castração cirúrgica e as estratégias alternativas para lidar com o problema de odor característico de macho inteiro.

Pesquisas têm demonstrado que o nível plasmático de testosterona se mantém em torno de sete a 25 vezes menor em suínos imunocastrados em comparação a machos inteiros (Bonneau et al., 1994; Dunshea et al., 2001). Entretanto, a imunização não bloqueia completamente a produção de hormônios esteróides e, embora reduza os comportamentos agressivos (Cronin et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2008), permitiria a estes animais expressarem, mesmo que em menor proporção, comportamentos masculinos. Este fato

poderia explicar a maior incidência de carne PSE observada no presente experimento, resultado de maiores interações agressivas entre animais, considerando-se ainda o fato dos animais de diferentes lotes, não familiarizados, terem sido misturados durante o transporte e pocilga de descanso.

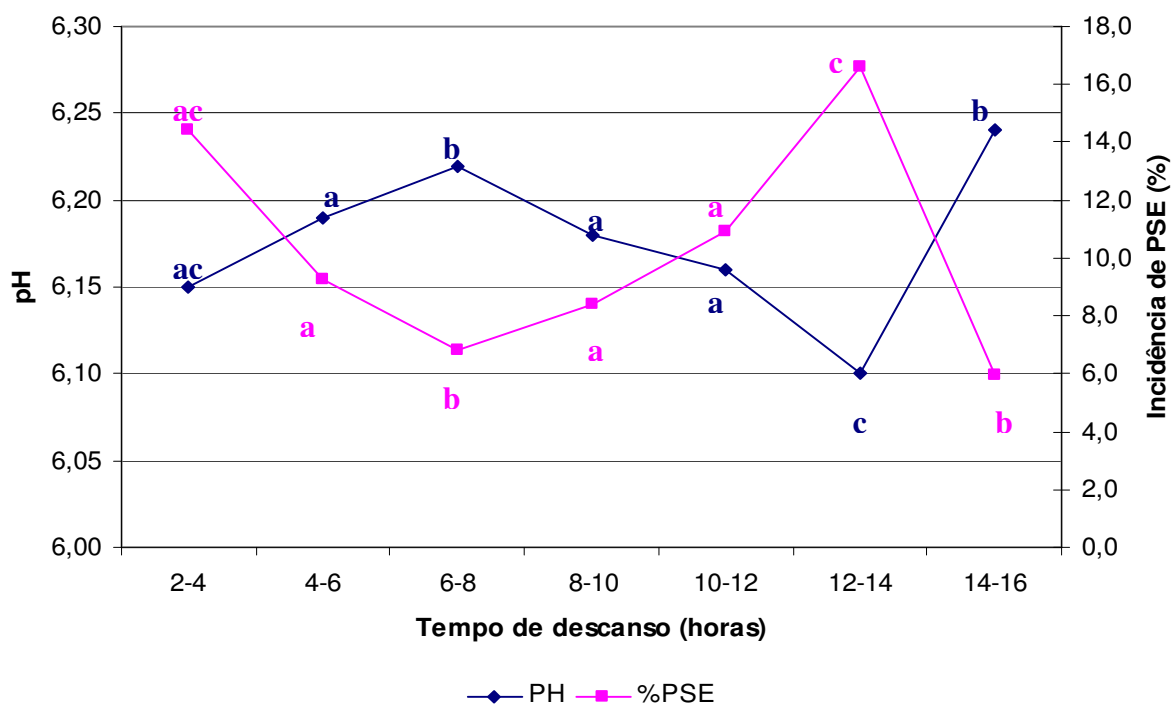
Uma vez que machos imunocastrados podem apresentar maior nível de atividade e comportamentos agressivos e relação a machos castrados cirurgicamente, mas em contrapartida apresentam melhor eficiência alimentar e qualidade de carcaça (Dunshea et al., 2001; Jaros et al., 2005), o bem estar geral dos animais nesta estratégia alternativa pode ser melhorado se as suas condições de alojamento e de manejo forem adaptadas de forma adequada para esta categoria.

Houve efeito ( $p < 0,05$ ) da data de avaliação sobre a incidência de carne PSE. A maior incidência foi observada na segunda avaliação, cuja caracterização do ambiente pode ser observada na Tab. 2. Embora o ITU nesta avaliação encontrava-se dentro da faixa considerada de conforto térmico para suínos nesta faixa de peso ( $61 < ITU \leq 65$ ) (Sales et al., 2006), a maior incidência pode estar mais relacionada ao sexo do que às condições ambientais, uma vez que nesta avaliação só foram abatidos machos imunocastrados e lotes mistos, os quais apresentaram a maior frequência de PSE na avaliação global, conforme demonstrado na Tab.1.

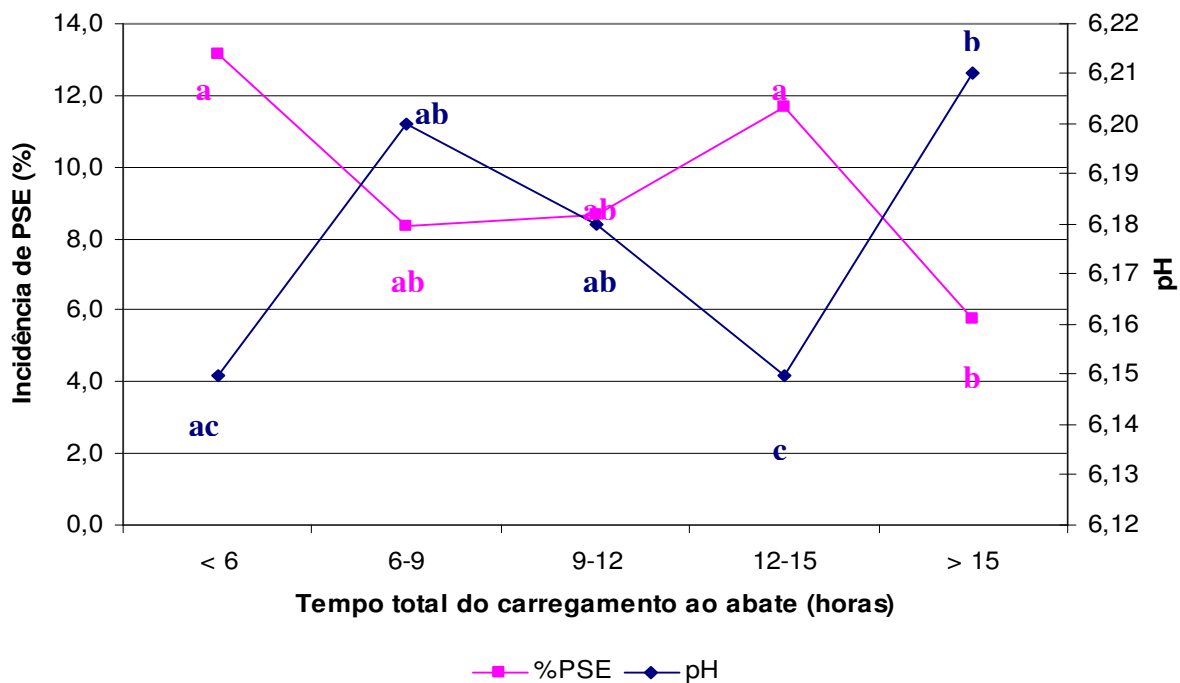
**Tabela 2.** Temperatura de bulbo seco (*TBS*), temperatura de bulbo úmido (*TBU*) e Índice de Temperatura e Umidade (*ITU*) referentes às datas de avaliação no abatedouro e PSE

Avaliação	<i>TBS</i>	<i>TBU</i>	<i>ITU</i>	%PSE
1	22,10	18,22	69,63	8,41b
2	15,30	13,50	61,34	12,07a
3	23,70	16,08	69,24	10,62ab

O tempo de descanso pré abate e o tempo total transcorrido entre o carregamento e o abate influenciaram o pH das carcaças aos 45 minutos após o abate, bem como a incidência de carne PSE (Fig. 3 e 4).



**Figura 3.** Médias de pH aos 45 minutos e incidência de carne PSE em função do tempo de descanso dos suínos no abatedouro (n = 2128).



**Figura 4.** Médias de pH aos 45 minutos e incidência de carne PSE em função do tempo total transcorrido entre o carregamento e o abate dos suínos (n = 2128).



Observa-se que a incidência de carne PSE foi inversamente proporcional aos valores de pH<sub>45</sub>.

Quanto ao período de descanso pré abate houve aumento dos valores de pH<sub>45</sub>, com concomitante redução na incidência de carcaças PSE quando o mesmo situou-se entre 6 a 8 horas. Períodos de descanso inferiores a 6 horas e superiores a 8 horas elevaram a incidência de carne PSE, sendo a maior incidência observada para os animais cujo período de descanso variou entre 12 e 14 horas. Período de descanso superior a 14 horas aumentou significativamente os valores de pH<sub>45</sub> com redução na incidência de PSE (Fig. 3).

No manejo pré-abate os suínos são submetidos a estresse devido ao embarque, transporte e desembarque no frigorífico, o que pode promover a elevação nos níveis sanguíneos e musculares de ácido láctico, elevação da temperatura corporal e aceleração do metabolismo. Assim, estes animais precisam eliminar o excesso de ácido láctico acumulado nos músculos e restabelecer o seu equilíbrio homeostático, o qual somente pode ser alcançado com a adoção de períodos de descanso adequados. Portanto, o período de descanso no abatedouro é de fundamental importância para que estes animais se recuperem do estresse ao qual foram expostos (Dalla Costa et al., 2005).

O descanso pré abate tem demonstrado benefícios sobre a cor da carne suína, bem como redução na incidência de carne pálida, mole e exsudativa (PSE), entretanto, dependendo de sua duração, podem aumentar a quantidade de lesões na pele e o aparecimento de carne dura, seca e escura (DFD) (Moss e Robb, 1978; Nielsen, 1981; Lundström et al., 1987; De Smet et al., 1996; Milligan et al., 1998; Warriss et al., 1998). Com base nessas pesquisas os autores sugerem que 2 a 3 horas de descanso são suficientes para permitir que os animais se recuperem do estresse prévio à sua chegada ao abatedouro, sem aumentar significativamente os problemas da privação prolongada de alimento, depleção de glicogênio muscular e escoriações na pele.

Para Grandin (1994) o período de descanso pré-abate ótimo para limitar o aparecimento de carne PSE é de 2 a 4 horas, enquanto que para outros autores este período deve ser de 2 a 6 horas (Denaburski et al., 2001). Entretanto, o tempo de descanso pode variar amplamente de uma a mais de 24 horas segundo características particulares (Nanni Costa et al., 2002).

No presente trabalho, observou-se que o tempo mais adequado para recuperação dos animais e conseqüente redução da incidência de carne PSE situou-se entre 6 e 8 horas.

Esta diferença pode estar relacionada às condições climáticas, uma vez que em condições de clima tropical, o estresse do manejo e transporte dos animais é muito mais severo quando comparado às condições de clima mais ameno.

Avaliando a diferença entre dois tempos de descanso na pocilga do frigorífico (30 minutos e 2- 3 horas), Santos et al. (1997) obtiveram pH 24 horas *post mortem* de 5,59 e 5,65, respectivamente, demonstrando que períodos muito curtos podem reduzir o pH da carne e conseqüentemente aumentar a incidência de carne PSE. Em contrapartida, Aasling e Barton Gade (2001) e Köhler e Freitas (2005) avaliando períodos de descanso menores que 30 minutos a 9 horas não observaram diferença no pH e temperatura do músculo *Longissimus dorsi* aos 45 minutos *post mortem*.

Após a mistura de suínos não familiarizados na pocilga de descanso, rapidamente começa-se a estabelecer uma hierarquia de dominância. A hierarquia é estabelecida em média dentro de 2 horas e só a partir daí os animais começam a descansar (Grandin, 1994). Deste modo, o abate de suínos nas primeiras horas de descanso, durante período crítico de comportamento agressivo, no qual os animais encontram-se submetidos a estresse físico e fisiológico (Grandin, 1997), irá resultar em aumento da atividade metabólica, redução do pH intramuscular (Enfalt et al., 1993) e temperatura corporal elevada, aumentando a incidência de carne PSE. Van der Wal et al. (1997), avaliando as causas na variação na qualidade de carne relataram que brigas durante o período de descanso, nas baias de espera, iniciaram-se aproximadamente 25 minutos depois da chegada dos suínos no frigorífico e duraram cerca de 2 horas. Este fato poderia explicar a maior incidência de PSE observada no presente estudo para o grupo de animais submetidos ao período de descanso de 2 a 4 horas.

Após 4 horas os suínos em descanso começam a acordar e voltam a apresentar comportamento agressivo que pode afetar a qualidade da carne (Grandin, 1994). Considerando-se que no presente estudo os animais foram submetidos à mistura de lotes não familiares durante o transporte e período de descanso, o aumento da incidência de carcaças PSE após 8 horas de descanso, pode estar relacionado ao aumento da agressão entre animais submetidos a período de espera muito prolongado. Köhler e Freitas (2005) verificaram que a redução do tempo de descanso reduziu o número de escoriações na pele, hematomas e fraturas provenientes de agressões entre animais.

Os exercícios físicos, o transporte, a movimentação, o jejum prolongado e o contato com suínos estranhos ao seu ambiente acarretam o consumo das reservas de glicogênio,

levando à lentidão da glicólise com relativa diminuição da formação de ácido láctico muscular, podendo aumentar a incidência de carne DFD (Lengerken et al., 2002).

Considerando-se o jejum alimentar pré embarque em torno de 6 horas e o tempo de transporte médio de 1 a 2 horas, os animais cujo período de descanso foi maior que 14 horas foram submetidos a jejum total de pelo menos 21 horas. Este período prolongado de jejum configura quadro que compromete os princípios de bem estar animal. Associado ao estresse da mistura entre lotes durante o transporte e descanso, pode ter resultado na redução das reservas de glicogênio muscular, prejudicando a acidificação da carne, explicando a redução da incidência de PSE neste grupo de animais.

## CONCLUSÕES

A incidência de carne PSE em abatedouro comercial foi de aproximadamente 10%, não diferindo entre fêmeas e machos castrados cirurgicamente. Entretanto, a incidência desta anomalia foi superior em machos imunocastrados. O período de descanso pré-abate influencia de forma significativa a incidência de carne PSE, sendo o período de 6 a 8 horas mais adequado para minimizar o problema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AASLING, M.D.; BARTON GADE, P.** Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. *Meat Science*, v.57, p.87-92, 2001.

**ANDRADE JÚNIOR, R.; NICOLAIEWSKY, S.; OURIQUE, J.M.R.** et al. Análise de alguns fatores determinantes da qualidade da carne suína. I. Efeito da distância Granja-Frigorífico, tempo de descanso, sexo e peso vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 22., 1992, Curitiba. Anais... Curitiba, 1992. p.216.

**BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVET, C.** et al. The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs, *Journal of Animal Science*, v.72, p.14–20, 1994.

**BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA**, Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, Decreto 30.691 de 29/03/1952, alterado pelos Decretos nº. 1.255 de 25/06/1962, nº. 1.236 de 02/09/1994, nº. 1.812 de 08/02/1996 e nº. 2.244 de 04/06/1997

**BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.** et al.. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

**CASTRILLÓN, W.E.; FERNÁNDEZ, J.A.; RESTREPO, L.F.** Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, v.20, n.3, 2007.

**COMA, J.; PIQUER, J.** Calidad de carne en porcinos: efecto de la nutrición. En: XV curso de especialización avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona: GrupoVall Companys; 2000, p 197-222.

**COSTA, L.M.; LO FIEGO, D.P.; DALL'OLIO, S.** et al. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, v.61, p.41-47, 2002.

**CRONIN, G.M.; DUNSHEA, F.R.; BUTLER, K.L.** et al. The effects of immuno and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs, *Applied Animal Behaviour Science*, v.81, p. 111–126, 2003.

**CULAU, P.O.V.; OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S.** Incidence of PSE in commercial pig carcasses in Rio Grande do Sul state. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 40., 1994, The Hague. Abstracts... The Hague: ICoMST, 1994. S-IVA.01.

**CULAU, P. O. V.; LÓPEZ, J.; RUBENSAM, J. M.** et al. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n. 2, p. 954-961, 2002.

**DALLA COSTA, O.A.; BERTOL, T.M. ; LUDKE, J.V.** et al. Efeito de manejo pré-abate e da posição do box dentro da carroceria sobre o perfil hormonal de suínos. Comunicado técnico 406. Embrapa – CNPSA, Concórdia, SC, Dez 2005.

**DENABURSKI, J.; SÁIZ, C.F.; BAX, T.** Causas más importantes y sistemas de prevención de casos de carne porcina defectuosa tipo PSE. *Anaporc*, v.217, p.35-43, 2001.

**DE SMET, S.M.; PAUWELS, H.; DE BIE, S.** et al. Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, v.74, p.1854-1863, 1996.

**DUNSHEA, F.R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.** et al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, v.79, p.2524-2535, 2001.

**ELLIS, M.** Genetic and nutritional influence on pork quality. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 1998, Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA, 1998. p.25-54.

**ENFALT, A.C.; LUNDSTRÖM, K.; ENGSTRAND, U.** Early postmortem pH decrease in porcine *M. Longissimus dorsi* of PSE, normal and DFD quality. *Meat Science*, v.34, p.131-143, 1993.

**FONT I FURNOLS, M. ; GISPERT, M. ; GUERRERO, L.** et al. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Meat Science*, v.80, p.1013–1018, 2008.

**GERRARD, D.E.** Pork quality: beyond the stress gene. Department of Animal Sciences .Purdue University. West Lafayette, Indiana, 1997. URL:<http://mark.asci.ncsu.edu/nsif/97proc/gerrard.htm>

**GEVERINK, N.A.; ENGEL, B.; LAMBOOIJ, B.** et al. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. *Applied Animal Behaviour Science*, v.50, p.1-13, 1996.

**GIESPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M.A.** et al. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, v.55, p.97-106, 2000.

**GIESPERT, M.; OLIVER, M.A.; VELARDE, A.** et al. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, v.85, p.664-670, 2010.

**GRANDIN, T.** Methods to reduce PSE and Blood splash. Proc. Allen D. Lemay Swine Confr. University of MN. v.21, p.206-209, 1994.

**GRANDIN, T.** Assessment of stress during handling and transport. Journal of Animal Science, v.75, p.249-257, 1997.

**JAROS, P. ; BURGI, E. ; STARK, K.D.C.** et al. Effect of active immunization against GnRH on androstenedione concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Livestock Production Science, v.92, p.31-38, 2005.

**JEONG, J.Y.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.** et al. The effects of immunocastration on meat quality and sensory properties of pork loins. In: Proceedings of the 20th international pig veterinary society congress, 22-26 June, Durban, South Africa, 2008.

**KÖHLER, R.G.; FREITAS, R.J.S.** Qualidade da Carne Suína após dois tempos de Descanso no Frigorífico. Archives of Veterinary Science, v.10, n.1, p.89-94, 2005.

**LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G.** et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. Journal of Animal Science, v.82, p.526-533, 2004.

**LENGERKEN, G.; MAAK, S.; WICKE, M.** Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry. Veterinaria Ir Zootechnika, v.42, p.82-86, 2002.

**LUNDSTRÖM, K.; MALMFORS, B.; MALMFORS, G.** et al. Meat quality in boars and gilts after immediate slaughter or lairage for two hours. Swedish Journal of Agricultural Research, v.17, p.51-56, 1987.

**MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L.** et al. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.27(supl.), p.69-72, 2007.

**MILLIGAN, S. D.; RAMSEY, C. B.; MILLER, M. F.** et al. Resting of pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. Journal of Animal Science, v.76, p.74-86. 1998.

**MOSS, B.W.; ROBB, J.D.** The effect of pre-slaughter lairage on serum thyroxine and cortisol levels at slaughter, and meat quality of boars, hogs and gilts. Journal of the Science of Food and Agriculture., v.29, p.689-696, 1978.

**NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D.P.; DALL'OLIO, S.** et al. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, v.61, p.41-47, 2002.

**NIELSEN, N.J.** 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* (pp. 287-297). Jelov, Norway, 1981.

**ORDÓÑEZ, P.J.; CAMBERO, R.M.; FERNÁNDEZ, A.L.** Características generales de la carne y componentes fundamentales. (Capítulo.7). In: *Tecnología de los alimentos. Vol.II. (alimentos de origen animal)*. Madrid: Síntesis; 1998 .p.169-186

**OWEN, L.B.; MONTGOMERY, L.J.; RAMSEY, B.C.** et al. Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. *Meat Science*, v.54, p.221-229, 2000.

**PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J.V.** et al. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, v.3, n.7, p.1057-1066, 2009.

**POMMIER, S.A.; POMAR, C.; GODBOUT, D.** Effect of the halothane genotype and stress on animal performance. Carcass composition and meat quality of crossbred pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, v.78, p.257-264, 1998.

**PRUNIER, A. ; BONNEAU, M. ; VON BORELL, E.H.** et al. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare*, v.15, p.277-289, 2006.

**RORIZ, M.** *Psicrom 1.0 – Relações Psicométricas*. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2003.

**RYDHMER, L.; ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H.K.** et al. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agriculturae Scandinavica - Animal Science*, v.56, n.2 , p.109 – 119, 2006.

**SALES, G.T.; FIALHO, E.T.; YANAGI JUNIOR, T.** et al. A. Influência do ambiente térmico no desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Anais..., João Pessoa – PB, 2006.

**SANTOS, C.; ALMEIDA, J.N.; MATIAS, E.C.** et al. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. *Meat Science*, v.45, p.253-262, 1997.

**SAS INSTITUTE.** System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary, 2001.

**SILVEIRA, F.T.E.** Carne sem estresse. *Suinocultura Industrial*, Porto Feliz, fev./mar., p.31-32, 2001.

**SILVEIRA, E.T.F.; POLEZE, E.; OLIVEIRA, F.T.T.** et al.. Vaccination of boars with a GnRF vaccine (Improvac®) and its effects on meat quality. In Proceedings of the 20th international pigveterinary society congress (p. 590), 22–26 June 2008, Durban, South Africa.

**SOUZA, N.D.; WARNER, F.R.; DUNSHEA, R.F.** et al. Effect of on- farm and pre-slaughterhandling of pigs on meat quality. *Australian Journal Agricultural Research*, Collingwood, n.49, p.1021-1025, 1998.

**THOM, E.C.** Cooling degree – day air conditioning, heating and ventilating. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

**THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F.F.** Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology*, v.57 Suppl 8, p.189-194, 2006.

**TUYTTENS, F.A.M.** Effects of castration on the welfare and social behaviour of pigs: a review. In: Proceedings of the 36th International Congress of the International Society for Applied Ethology, 6-10 August 2002, Egmond-aan-Zee, The Netherlands.

**UNRUH, J.A.; FRIESEN, K.G.; STUEWE, S.R.** The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science*, v.74, n.6, p.1274-1283, 1996.

**VAN DER WAL, P.G.; ENGEL, B.; HULSEGGE, B.** Causes for variation in pork quality. *Meat Science*, v.46, p.319-327, 1997.



**VAN DER WAL, P.G. ENGEL, B.; REIMERT, H.G.M.** The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *Meat Science*, v.53, p.101-106, 1999.

**VELARDE, A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.** et al. The effect of immunocastration on the behaviour of pigs. In: *Proceedings of the 41st International Congress of the International Society for Applied Ethology*, 30 July – 3 August 2007, Merida, Mexico.

**VELAZCO, J.** Prevención de PSE en carne de cerdo. *Carne Tec.* V.8, p.28-34, 2001.

**WARRISS P.D.; BROWN, S.N.** Bem-estar de suínos e qualidade da carne: Uma visão britânica. In: *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA*, 1., 2000, Concórdia. Anais... Concórdia: 2000. p. 17-20.

**WARRISS, P.D. BROWN, S.N. EDWARDS, J.E.** et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. *Animal Science*, v.66, p.255-261, 1998.

**ZAMARATSKAIA , G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K.** et al. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Animal Reproduction Science*, v.108, n.1-2, p.37-48, 2008.

### **CAPÍTULO 3**

#### **PROPRIEDADES FÍSICAS E SENSORIAIS DA CARNE SUÍNA PSE**

*Physical and sensory properties of PSE meat pork*

## RESUMO

Os parâmetros de qualidade da carne podem ser afetados de forma negativa por uma série de fatores durante a conversão do músculo em carne, dentre eles a velocidade de queda do pH, que pode levar ao aparecimento da carne PSE- pálida, mole e exsudativa. O estudo teve o objetivo de avaliar as propriedades físicas e características sensoriais da carne PSE em suínos, bem como as correlações entre elas. Em um abatedouro comercial aferiu-se o pH das carcaças (n = 1601) aos 45 minutos após o abate (pH<sub>45</sub>), classificando-as em PSE (pH<sub>45</sub> ≤ 5,8) ou normais (pH<sub>45</sub> > 5,8). Após 24 horas de resfriamento foram coletadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* de 26 carcaças PSE e 26 normais. As amostras foram avaliadas quanto à sua coloração (L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho) e b\* (teor de amarelo), perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), atributos sensoriais (maciez - MAC, suculência - SUC e palatabilidade - PAL) e composição centesimal. Foram avaliadas as correlações entre os parâmetros físicos e sensoriais analisados. O pH final não diferiu entre os dois tipos de carne. Não houve efeito na perda de peso por cozimento e força de cisalhamento, entretanto a perda de exsudato foi maior para a carne PSE. Não houve diferença na composição centesimal entre os dois tipos de carne. O pH inicial da carne correlacionou-se negativamente com os teores de L\* (R= -0,331) e b\* (R= -0,528). A SUC correlacionou-se positivamente com a PAL (R= 0,436) e MAC (R= 0,297) e negativamente com a PPC (R= -0,326). A FC apresentou correlação positiva com a PE (R= 0,529) e negativa com a MAC (R= -0,767). Observou-se correlação negativa da MAC com a PE (R= -0,397). Carnes PSE apresentam alterações negativas nas propriedades funcionais, estando relacionadas com a redução de sua capacidade de retenção de água.

**Palavras-chave:** capacidade de retenção de água, coloração, exsudação, pH, suínos

## ABSTRACT

The quality attributes of meat may be adversely affected by a number of factors during the conversion of muscle into meat, including the rate of decrease in pH, which can lead to the appearance of PSE- pale soft exsudative meat. The study aimed to evaluate the physical and sensory characteristics of PSE meat in pigs as well as the correlations between them. In a commercial slaughterhouse has measured the pH of carcasses (n = 1601) at 45 minutes after slaughter ( $\text{pH}_{45}$ ), classified them into PSE ( $\text{pH}_{45} \leq 5.8$ ) or normal ( $\text{pH}_{45} > 5.8$ ). After 24 hours of cooling samples were collected from the *Longissimus dorsi* muscle of 26 normal and 26 PSE carcasses. The samples were evaluated for color ( $L^*$  (lightness),  $a^*$  (red content) and  $b^*$  (yellow content), drip loss (PE), cooking loss (PPC), shear force (FC), sensory attributes (tenderness - MAC, juiciness - SUC and palatability - PAL) and centesimal composition. Were evaluated the correlations between the physical and sensory parameters analyzed. The final pH did not differ between the two types of meat. There was no effect on cooking loss and shear force, however the drip loss was higher for PSE meat. There was no difference in centesimal composition between the two types of meat. The initial pH of the meat was negatively correlated with levels of  $L^*$  ( $R = -0.331$ ) and  $b^*$  ( $R = -0.528$ ). The SUC was positively correlated with PAL ( $r = 0.436$ ) and MAC ( $R = 0.297$ ) and negatively with PPC ( $R = -0.326$ ). The FC was positively correlated with PE ( $R = 0.529$ ) and negatively with MAC ( $R = -0.767$ ). Were observed negative correlation of MAC with PE ( $R = -0.397$ ). PSE meat show negative changes in the functional properties, almost all related to reducing its water holding capacity.

**Key-words:** water holding capacity, color, exudation, pH, swine

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores mundiais de carne suína. Tendo em vista a alta competitividade existente nos mercados interno e externo, todos os segmentos envolvidos na cadeia produtiva precisam estar atentos à qualidade dos produtos produzidos. O conceito de qualidade de carne é amplo e definido tanto por características objetivas (físicas, nutricionais e higiênicas) quanto subjetivas (aspectos sensoriais, apresentação e forma de exposição do produto) (SOUZA, 2006).

A qualidade da carne suína abrange propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne “in natura”. Os principais atributos de interesse são as características sensoriais (aparência, cor, sabor, textura e suculência), tecnológicas (capacidade de retenção de água, estabilidade oxidativa e pH) e nutricionais (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

As características da carne suína podem ser influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão do músculo em carne. Na década de 60, por exigência do consumidor, houve o direcionamento da produção de suínos para o aumento na produção de carne magra acarretando modificações substanciais tanto na composição centesimal como nas características bioquímicas do músculo. Posteriormente, constataram-se que essas alterações foram provocadas por uma mutação genética na proteína reguladora do fluxo de cálcio, rianodina, provocando o surgimento do PSS (sigla inglesa de *Pork Stress Syndrome*) com o conseqüente comprometimento na qualidade pela formação das carnes PSE (sigla inglesa de *Pale, Soft e Exudative*) (MAGANHINI et al., 2007).

O desenvolvimento da carne PSE é resultado do aumento da taxa glicolítica imediatamente antes do abate (WISMER-PEDERSEN & BRISKEY, 1961). Este rápido metabolismo na primeira hora pós abate acarreta o aumento da concentração de ácido láctico, o que resulta em decréscimo acelerado do pH muscular enquanto a temperatura da carcaça ainda esta próxima do estado fisiológico. A combinação do pH baixo e da elevada temperatura da carcaça levam a maior desnaturação de proteínas miofibrilares, resultando na redução da capacidade de retenção de água e coloração pálida (DRIESSEN & GEERS, 2000).

Este tipo de carne representa um problema sério para a indústria, uma vez que sua baixa capacidade de retenção de água, com perda excessiva de exsudato, extrema flacidez e

ausência de cor, além de serem rejeitadas pelos consumidores, prejudicam os processos industriais de fabricação com consequências econômicas bastante sérias, resultando concomitantemente em uma carne menos atraente, menos macia e menos suculenta (RUBENSAM, 2000).

Dentre muitos fatores que podem afetar a qualidade da carne, o manejo pré abate tem recebido considerável atenção, uma vez que o estresse *ante mortem* pode influenciar de forma significativa os padrões de qualidade do produto final, contribuindo muito para o aparecimento de carnes PSE (ALVES, 2007).

Para avaliação da qualidade de carnes existem parâmetros de alta representatividade, baixo custo e reduzida complexidade, entre os quais se encontram o pH aos 45 minutos após o abate, o pH 24 horas após o abate e a perda de líquido por gotejamento (BARTON GADE et al., 1996).

Indubitavelmente o pH é uma das características mais importantes referente à qualidade de carnes. Seu efeito está diretamente ligado à capacidade de retenção de água, à estrutura das carnes e principalmente à cor da mesma.

As características sensoriais da carne cozida dependem de alguma forma de sua capacidade de retenção de água. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e de peso durante seu armazenamento é grande, influenciando diretamente na qualidade da carne (SÁ, 2005). O aroma e sabor da carne podem ser determinados por inúmeros fatores, dentre eles o seu pH.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e sensoriais da carne PSE de suínos em comparação à carne com padrão normal de qualidade, bem como as correlações existentes entre elas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de carne utilizadas na pesquisa foram obtidas em abatedouro comercial situado no mesmo município, cuja planta possui capacidade para abate de aproximadamente 2300 cabeças/dia. O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados, MS.

Para seleção e coleta das amostras foram realizadas duas visitas ao abatedouro, nas quais os animais foram abatidos conforme tecnologia de produção convencional para suíno, com insensibilização elétrica, sangria dos animais mantidos na posição horizontal, escaldagem em água a 59,5°C, evisceração e toailete final. Foram avaliados o pH de 1601 carcaças suínas aos 45 minutos após o abate (pH<sub>45</sub>).

A mensuração do pH<sub>45</sub> nas carcaças foi realizada por método direto, utilizando-se peagâmetro portátil, acoplado a uma sonda com ponta fina de penetração, inserida no centro do músculo *Longissimus dorsi*, da meia carcaça esquerda, entre a 12ª e 13ª vértebra torácica. Concomitantemente à avaliação do pH<sub>45</sub> foram registradas as temperaturas das carcaças, utilizando-se um termômetro de inserção digital.

A aferição de pH<sub>45</sub> foi empregada como parâmetro para a classificação das carcaças em PSE ou normais, sendo as carcaças com valores de pH<sub>45</sub> ≤ 5,8 classificadas como PSE e aquelas com pH > 5,8 como normais. Do total de carcaças avaliadas (n = 1601) foram selecionadas para coleta de amostras, 26 carcaças diagnosticadas como PSE e 26 normais. Após 24 horas de resfriamento em câmara frigorífica, entre 0 e 2°C, as carcaças selecionadas ao abate foram novamente avaliadas quanto ao pH (pH<sub>24</sub>), desossadas e extraídas amostras da meia carcaça esquerda do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª vértebra torácica. As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Carnes da UFGD, Dourados, MS, conforme metodologias descritas a seguir:

### *Coloração*

Para avaliação da coloração da carne as amostras foram expostas ao ar durante 30 minutos, visando a oxigenação das mesmas. Após este período foram submetidas à avaliação objetiva da cor por meio de um colorímetro portátil modelo Minolta CR 410, utilizando-se a escala L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho), b\*(teor de amarelo) do sistema CIELAB, com fonte de luz de D65. As medidas foram realizadas em três pontos distintos na superfície da amostra, tomando-se a média como o valor determinado, conforme metodologia proposta por VAN LAACK et al. (2000).

### *Perda de exsudato (PE)*

A medida da perda de exsudato foi baseada em metodologia utilizada por HONIKEL (1998). Amostras de 2,5 cm do *Longissimus dorsi* foram preparadas removendo-

se a gordura externa e pesadas em balança semi analítica. Foram então acondicionadas em bandejas plásticas envoltas por filme plástico e mantidas sob simulação de venda ao varejo, sob refrigeração a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas, de modo que as amostras não tivessem contato com o exsudato perdido. Após este período, as amostras foram retiradas, suavemente secas em papel absorvente e novamente pesadas. A perda do exsudado foi expressa em percentual do peso inicial da amostra.

#### *Perda de Peso por Cozimento (PPC)*

As avaliações da PPC foram realizadas conforme metodologia proposta por HONIKEL (1987), utilizando-se amostras da carne suína com espessura de 2,5 cm, livres da gordura superficial. As amostras foram pesadas em balança semi-analítica e assadas em forno elétrico a  $300^\circ\text{C}$ , por 16 minutos, sendo oito minutos de cada lado, alcançando a temperatura interna média de  $80^\circ\text{C}$ . Após o cozimento foram resfriadas à temperatura ambiente por uma hora e a umidade superficial retirada com papel absorvente, sendo novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial (pré cozimento) e o peso final (pós cozimento) correspondeu à perda de peso por cozimento, expressa em porcentagem.

#### *Força de Cisalhamento (FC)*

Para determinação da força de cisalhamento, utilizaram-se as amostras assadas como descrito no item anterior, das quais foram retirados seis cilindros de 13 mm de diâmetro, sempre no sentido paralelo às fibras musculares, com auxílio de um vazador. A força de cisalhamento da carne foi mensurada utilizando-se um Texturômetro (mod. TA.XT2i, marca Stable Micro Systems), com lâmina Warner-Bratzler, deslocando-se com velocidade de descida de 500mm/min (AMSA, 1995).

A força de cisalhamento foi determinada diretamente das curvas de força em função da deformação, com o emprego do programa “Texture Expert” V.1.15 (SMS) e calculada como a média das medidas, sendo expressa em kgf.

#### *Análise Sensorial*

As análises sensoriais foram realizadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa Gado de Corte - CNPGC. As amostras foram preparadas seguindo mesma metodologia utilizada para avaliação da PPC.



Após cozimento foi realizada avaliação sensorial da carne para os parâmetros maciez, palatabilidade e suculência, por um painel de cinco degustadores treinados, que atribuíram valores de 1 (extremamente dura, sem suculência e sabor extremamente desagradável) a 9 (extremamente macia, suculenta e saborosa), seguindo metodologia descrita por MILLER (1998).

#### *Análise Centesimal*

Cinco amostras de cada tipo de carne foram liofilizadas para determinação da 1ª matéria seca, correspondente à perda de umidade realizada em estufa à 65°C. Posteriormente, foi determinada a 2ª matéria seca, que corresponde à perda de umidade em estufa à 105°C. Após determinação da umidade as amostras foram utilizadas para determinação dos teores de proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral (BRASIL, 1981).

#### *Análise Estatística*

Foi realizada análise de variância com auxílio do pacote Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 13.0, e os resultados submetidos ao teste de comparação de médias Bonferroni e ao teste de Correlação de Pearson, ambos a 5% de significância.

#### *Análise Econômica*

Com base nos valores obtidos para perda de exsudato, na quantidade média mensal produzida de lombo e pernil pela empresa integradora e no preço médio do quilograma dos cortes, foi realizada análise econômica para quantificar os prejuízos causados pela ocorrência da carne PSE em suínos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O valor médio de pH<sub>45</sub> entre as amostras de carne PSE e normal diferiram entre si (p<0,05) (Tabela 1). Menores valores de pH<sub>45</sub> foram observados para carne PSE, sendo semelhantes aos obtidos por outros autores (JENSEN & BARTON-GADE, 1985; LEACH et al., 1996; CHANNON et al., 2000). Embora o pH inicial das carcaças tenha variado, o pH final das mesmas não apresentou variação significativa, com média de 5,52 ± 0,07. Resultados similares foram observados por SMET et al. (1998), RUBENSAM (2000) e

CULAU et al. (2002), que também não encontraram diferenças no pH das carnes após 24 horas. Em contrapartida outros pesquisadores reportaram que a diferença observada no pH inicial das carcaças se manteve após atingirem o *rigor mortis* (VAN LAACK & KAUFFMAN, 1999; LIEN et al., 2002; KUO & CHU, 2003).

**Tabela 1.** Valores de pH 45 minutos após o abate (pH<sub>45</sub>), pH 24 horas após o abate (pH<sub>24</sub>), temperatura da carcaça 45 minutos após abate (T<sub>45</sub>) e coloração da carne suína classificadas como PSE e Normal

Variável	Tipo de carne	
	PSE	Normal
pH <sub>45</sub>	5,64 ± 0,09b	6,31 ± 0,18a
pH <sub>24</sub>	5,50 ± 0,07a	5,53 ± 0,08a
T <sub>45</sub>	39,41 ± 1,84a	38,50 ± 1,73a
L* (luminosidade)	57,12 ± 2,42a	54,90 ± 4,48b
a* (teor de vermelho)	11,17 ± 1,48a	10,87 ± 1,069a
b* (teor de amarelo)	9,01 ± 0,85a	7,88 ± 0,90b

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem significativamente pelo teste de Bonferroni ( $p < 0,05$ )

Não houve diferença significativa na temperatura das carcaças aos 45 minutos após o abate, embora a mesma tenha sido quase 1°C superior para as carcaças dos animais classificados como PSE (Tabela 1). A temperatura inicial das carcaças é de extrema importância para evitar efeitos significativos desta sobre as transformações *post mortem* nos músculos, considerando que a temperatura elevada do músculo, ainda na primeira hora após o abate, pode intensificar os efeitos da glicólise anaeróbica e conseqüentemente queda do pH inicial (BERNARDES et al., 2007).

Os valores de L\* (luminosidade) e b\* (teor de amarelo) diferiram entre as carnes ( $p > 0,05$ ), sendo maiores nas carnes PSE. O valor de a\* (teor de vermelho) não diferiu ( $p < 0,05$ ) entre as amostras de lombo PSE e normal (Tabela 1).

De acordo com alguns autores (WARRIS & BROWN, 1987; CHANNON et al., 2000) lombos com valores de  $L^*_{24h} > 53$  podem ser considerados como PSE, com  $L^*_{24h} < 45$  como DFD e com valores intermediários  $45 \leq L^*_{24h} \leq 53$  como normais. Entretanto, no presente experimento, os valores de L\* tanto para as carnes PSE quanto normais foram superiores aos mencionados por estes pesquisadores.

Os teores de vermelho obtidos foram bem superiores àqueles reportados por MAGANHINI et al. (2007), que foram em média de 1,25. Entretanto os autores também não observaram diferenças entre as carnes PSE e normal para esta variável. Os teores de amarelo foram semelhantes aos encontrados por estes autores, que da mesma forma obtiveram valores maiores para a carne PSE.

Em um estudo, KUO & CHU (2003) obtiveram maiores valores de  $L^*$  (51,5) e  $b^*$  (11,7) e menor valor de  $a^*$  (16,3) para lombos PSE em relação aos normais, que apresentaram valores de 44,8, 9,9 e 17,5, respectivamente. Já, LIEN et al. (2002) reportaram luminosidade de 55,5 e 59,2 para carne suína normal e PSE, respectivamente e também observaram maior valor de  $b^*$  para carne PSE (19,9) que para carne normal (18,3), não havendo diferenças nos valores de vermelho. VAN LAACK & KAUFFMAN (1999) também encontraram lombos suínos PSE com maiores valores de  $L^*$  (55,9) do que normais (45,1).

Foi encontrada correlação negativa entre o pH inicial e os teores de  $L^*$  ( $p < 0,05$ ) e  $b^*$  ( $p < 0,01$ ), indicando que quanto menor o pH aos 45 minutos após o abate maior a luminosidade e o teor de amarelo da carne, ou seja, mais pálida e amarela apresenta-se a carne. Não foi observada correlação significativa entre o pH inicial e o teor de vermelho da carne ( $a^*$ ). Entretanto, houve correlação negativa entre a luminosidade ( $L^*$ ) e o teor de vermelho ( $p < 0,01$ ) e correlação positiva entre  $L^*$  e o teor de amarelo ( $b^*$ ) ( $p < 0,01$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Correlações entre pH inicial ( $pH_{45}$ ) e coloração da carne suína

Variável	$pH_{45}$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
$pH_{45}$	1,00			
$L^*$	-0,331*	1,00		
$a^*$	NS	-0,465**	1,00	
$b^*$	-0,528**	0,666**	NS	1,00

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; NS = não significativo

Segundo BENDALL & SWATLAND (1988) a palidez da carne suína é inversamente proporcional ao pH. Assim como no presente experimento, MAGANHINI et al. (2007) encontraram correlação negativa significativa ( $R = -0,46$ ) entre o valor de  $L^*$  e

pH<sub>24h</sub>, indicando que quanto menor o pH maior a luminosidade, ou seja, mais pálido apresenta-se o lombo e vice-versa. Observaram ainda correlação positiva ( $R= 0,43$ ) entre a luminosidade e o teor de amarelo, indicando que lombos mais pálidos são também mais amarelos.

Ao avaliar a qualidade do músculo *Longissimus dorsi* de suínos, AASLING & BARTON GADE (2001) obtiveram moderada correlação negativa entre o pH aos 40 minutos *post mortem* e a luminosidade ( $L^*$ ) (-0,36), o teor de vermelho ( $a^*$ ) (-0,28) e o teor de amarelo ( $b^*$ ) (-0,32).

A principal causa de desenvolvimento da carne PSE é a decomposição acelerada do glicogênio muscular antes e após o abate com concomitante aumento na concentração de ácido láctico, resultando em decréscimo acelerado do pH muscular (HONIKEL & KIM, 1986). A combinação do pH baixo e da elevada temperatura muscular, devido ao músculo estar em temperatura próxima ao estado fisiológico, causa maior desnaturação das proteínas miofibrilares. Estas carnes apresentam pH em torno de 5,5, muito próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Neste pH, estas proteínas, por terem cargas positivas e negativas em igual quantidade, apresentam aproximação máxima dos filamentos grossos e finos, fazendo com que o espaço entre eles diminua ou até desapareça, impossibilitando a ligação destas moléculas com a água, reduzindo sua capacidade e estabilidade de retenção de água. A água fora das células e a estrutura protéica extremamente fechada provocam a reflexão da luz incidente fazendo com que as carnes PSE sejam extremamente pálidas. (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2001).

A cor da carne é um atributo muito importante, uma vez que influencia a atratividade da compra de carne fresca pelos consumidores (JOO et al., 1995). A carne suína caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada, sendo a coloração clara considerada indesejável pelo consumidor.

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) para a perda de peso por cozimento e força de cisalhamento entre os dois tipos de carne (Tabela 3). Os valores observados para a perda de peso por cocção foram próximos aos obtidos por BRIDI et al. (2006) que avaliaram o efeito do genótipo halotano e do sexo sobre as características físicas da carne suína. Porém os valores de força de cisalhamento no presente trabalho foram inferiores aos encontrados por estes autores que se mantiveram acima de 8 Kgf.

A perda de exsudato foi maior ( $p < 0,05$ ) na carne PSE em relação à carne normal (Tabela 3). Esta diferença foi ligeiramente inferior à obtida por MURRAY & JOHNSON (1998) que relataram que cada costeleta de carne suína PSE perde aproximadamente 3% mais água do que a carne normal na embalagem no varejo.

Ao avaliar a qualidade de carne suína, KUO & CHU (2003) observaram diferenças na perda de exsudato entre carnes normais (4,51%) e PSE (8,34%). LIEN et al. (2002) também encontraram maior perda por gotejamento em carnes PSE (3,3%) do que em carnes normais (1,6%), porém com valores significativamente menores que os observados no presente experimento.

A seleção genética, ao aumentar drasticamente a eficiência na produção de carne, induziu também alterações nas relações proteína: água, o que explica a menor retenção de água quando há aceleração da queda inicial do pH *post mortem* em músculos de suínos melhorados geneticamente.

Embora não tenha havido diferença ( $p > 0,05$ ) entre os valores de textura das carnes, observou-se que as carnes PSE foram ligeiramente mais duras, o que poderia ser explicado pela sua menor capacidade de retenção de água.

**Tabela 3.** Perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne suína normal e PSE

Variáveis	PE, %	PPC, %	FC, kgf
Normal	6,59b	29,12	5,51
PSE	9,18a	29,48	6,11
PR (>F)	0,001	0,769	0,447

Letras minúsculas distintas na linha diferem pelo teste de Bonferroni ao nível de 5% de significância.

Não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) na composição centesimal entre as carnes PSE e normais, entretanto foram observados valores numericamente superiores para matéria seca e proteína bruta, bem como menores valores de extrato etéreo para as carnes PSE (Tabela 4).

**Tabela 4.** Composição centesimal da carne suína normal e PSE (valores expressos com base na MS)

Variáveis	MS, %	PB, %	EE, %	MM, %
Normal	25,48	84,51	9,74	4,24
PSE	26,37	86,39	7,09	4,31

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral

KUO & CHU (2003) também observaram que lombos suínos PSE tiveram menor percentual de umidade e gordura, entretanto obtiveram maiores percentuais de proteína do que lombos normais. Em contrapartida OKANOVIC et al. (1992) reportaram composição semelhante entre os dois tipos de carne.

A maior perda de exsudato da carne PSE durante o armazenamento (9,18% x 6,59%) poderia explicar o fato da carne PSE apresentar maior porcentagem de matéria seca, uma vez que parte da água é perdida durante o transporte e processamento das amostras.

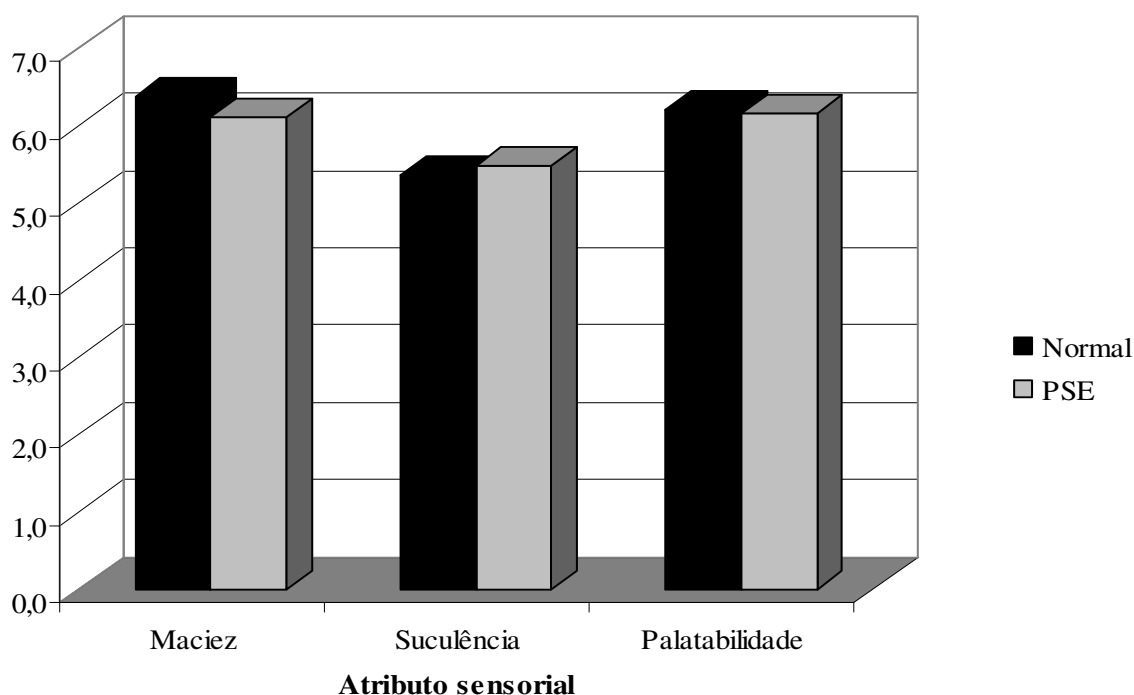
Sabe-se que a predisposição à produção de carne PSE possui um importante componente genético e que muitas raças de suínos, quando comparadas entre si, apresentam um grande número de indivíduos caracterizados por apresentarem acentuada propensão ao estresse. A presença do gene halotano nos suínos promove a maior deposição de carne na carcaça. Não obstante, a carne destes animais apresenta menores valores de pH no músculo após abate (pH inicial) em relação à carne de suínos livres deste gene. Portanto, a presença do alelo halotano aumenta a frequência de carcaças classificadas como PSE (BRIDI et al., 2003). Este fato poderia explicar os menores teores de gordura observados para a carne PSE no presente experimento.

A maior desnaturação protéica da carne, com conseqüente aumento na perda de exsudato, pode acarretar maior perda de alguns nutrientes solúveis como minerais (CHEFTEL et al., 1989; KIMURA & ITOKAWA, 1990). Entretanto, este fato não foi observado no presente experimento para as carnes PSE.

Não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os dois tipos de carne para os parâmetros sensoriais avaliados, sendo ambos os tipos avaliados para o parâmetro maciez como levemente acima da média, para suculência entre dentro da média a levemente acima da média e para a variável palatabilidade como levemente saborosa (Figura 1).

Resultados semelhantes foram encontrados por GARCIA et al. (2010) que ao avaliarem as características sensoriais de filés de peito de frango PSE e normais também não obtiveram diferenças significativas para os parâmetros avaliados entre os dois tipos de carne.

MOELICH et al. (2003) avaliaram as características sensoriais da carne suína proveniente de animais de três genótipos halotano (NN, Nn e nn) e encontraram diferenças significativas para suculência entre os genótipos avaliados, sendo a menor suculência observada para a carne dos animais do genótipo nn. Entretanto não verificaram diferença para a maciez e sabor. A perda de suculência neste caso pode ser associada à menor capacidade de retenção de água de carnes com características PSE, que no trabalho em questão estaria relacionado com a maior incidência desta anomalia em animais com genótipo halotano recessivo. No entanto no presente estudo não foi verificada diferença significativa para o parâmetro suculência entre a carne PSE e normal pelos degustadores treinados.



**Figura 1.** Características sensoriais da carne suína normal e PSE.

As correlações entre características quantitativas e qualitativas podem ser observadas na Tabela 5.

**Tabela 5.** Correlações entre as características da carne suína quanto a perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), maciez (MAC), palatabilidade (PAL) e suculência (SUC).

Variável	PE	PPC	FC	MAC	PAL	SUC
PE	1,00					
PPC	NS	1,00				
FC	0,529**	0,504**	1,00			
MAC	-0,397**	NS	-0,767**	1,00		
PAL	NS	NS	NS	0,344*	1,00	
SUC	NS	-0,326*	NS	0,297*	0,436**	1,00

\* p <0,05; \*\* p <0,01; NS = não significativo

Observou-se correlação negativa da PPC com a variável sensorial SUC e positiva com a FC, o que implica em dizer que quanto maior a capacidade de retenção de água da carne menor será sua perda de peso ao cozimento e conseqüentemente melhor sua textura e maior a sua suculência. A maciez avaliada por painel sensorial foi negativamente correlacionada com a PE e FC.

A capacidade de retenção de água é a capacidade da carne em reter água durante o aquecimento, cortes, trituração, prensagem. Esta característica do tecido muscular tem efeito direto na qualidade da mesma durante o armazenamento. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e, conseqüentemente, de peso em seu armazenamento é grande (SARCINELLI et al., 2007). A capacidade da carne em reter água está intimamente relacionada com a percepção sensorial da mesma pelo consumidor e, neste caso, quanto maior a perda de água durante o armazenamento menos maciez foi detectada pelo painel de provadores. Os resultados comprovam a eficácia da avaliação da maciez da carne por meio da força de cisalhamento (FC), uma vez que quanto maior a FC menos macia foi considerada a carne pelo painel sensorial.

A SUC foi positivamente correlacionada com a MAC e PAL. Segundo SARCINELLI et al. (2007) a suculência da carne cozida é a sensação de umidade observada nos primeiros movimentos de mastigação, devido à rápida liberação de líquido pela carne. Os resultados do presente trabalho demonstram o quão a capacidade da carne em reter água é capaz de influenciar de forma significativa a percepção de qualidade da mesma pelos consumidores.



Considerando-se a incidência de carne PSE obtida em estudo prévio de 10,06% (dados não publicados), o volume médio de pernil e lombo produzidos mensalmente pela empresa integradora (805 toneladas), perda de exsudato da carne PSE (9,18%) e normal (6,59%) e o preço médio do quilograma dos referidos cortes (R\$ 7,00), estimou-se o prejuízo causado mensal e anualmente à empresa pela ocorrência de carnes com baixa capacidade de retenção de água.

Tomando-se como base a ocorrência de 10,06 % de carnes PSE, calculou-se que aproximadamente 81 toneladas de carne ao mês apresentam o problema, que perdem na forma de exsudato 7435,8 kg, representando prejuízo no valor de R\$ 52.050,60.

Considerando-se para o cálculo os mesmos números, porém com perda de exsudato padrão obtida para as carnes normais (6,59%), esta perda encontra-se em R\$ 37.365,30. Portanto, estimando-se como prejuízo a diferença na perda de carne na forma de exsudato entre as carnes PSE e normal, o mesmo pôde ser estimado em R\$ 14.685,30 mensais e R\$ 176.223,60 anuais em função da presença desta anomalia.

## CONCLUSÕES

Quanto mais baixo o pH da carne aos 45 minutos pós abate, maior o teor de luminosidade e amarelo, isto é, mais pálida será a carne. A rápida glicólise *post mortem* interfere na capacidade de retenção de água da carne, entretanto na extensão ocorrida no presente experimento não foi suficiente para ser percebida pelo painel de degustadores. As características objetivas e subjetivas (avaliação sensorial) mensuradas possuem correlação entre si.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASLING, M.D.; BARTON GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, v.57, p.87-92, 2001.

ALVES, R.B. **Importância da PSE na carne de suínos**. 2007. Trabalho de conclusão de Curso de Especialização *Latu Sensu* em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal,

Universidade Castelo Branco, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.qualittas.com.br/documentos/Importancia%20da%20PSE%20na%20Carne%20de%20Suinos%20-%20Ricardo%20Brito%20Alves.PDF>>. Acesso em: julho de 2010.

AMSA – **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. American Meat Science Association, Savoy, IL, 1995.

BARTON GADE, P. et al. Effect of tier ventilation during transport on blood parameters and meat quality in slaughter pigs. In: EU-Seminar "New Information on Welfare and Meat Quality of Pigs as Related to Handling, Transport and Lairage Conditions", 1996. Mariensee. **Proceedings...** Mariensee. Landbauforschung Volkenrode. pp.101-116.

BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Science**, v.24, p.85–126, 1988.

BERNARDES, L.A.H. et al. Eficiência da monitoração de pH (45min e 24h), no músculo *Longissimus dorsi*, na predição de atributos de qualidade da carne suína. **Veterinária e Zootecnia**, v.14, n.2, p.176-192, 2007.

BRASIL. **Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária..** Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria 001 de 07/10/1981. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. I. Métodos microbiológicos. II. Métodos físico-químicos. Brasília, 123p. 1981.

BRIDI, A.M. et al. Efeito do Genótipo Halotano e de Diferentes Sistemas de produção na Qualidade da Carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1362-1370, 2003.

BRIDI, A.M. et al. Efeito do genótipo halotano da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.

CHANNON, H.A. et al. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, v.56, p.291-299, 2000.

CHEFTEL, J.C. et al. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza : Acribia, 1986. 346p.

CULAU, P.O.V. et al. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.954-961, 2002.

DRIESSEN, B.; GEERS, R. Estresse durante o transporte e qualidade da carne suína: Uma visão europeia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: 2000. p.41-54, 2000.

GARCIA, R.G. et al. Incidence and Physical Properties of PSE Chicken Meat in a Commercial Processing Plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.12, n.4, p.215-219, 2010.

HONIKEL, K. O.; KIM, C. J. Causes of the development of PSE pork. **Fleischwirts**, v.66, p.349-353, 1986.

HONIKEL, K.O. The water binding of meat. **Fleischwirtsch**, v.67, p.1098-1102, 1987.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p. 447–457, 1998.

JENSEN P., BARTON-GADE P.A. Performance and carcass characteristics of pigs with known genotypes for halothane susceptibility. **Stress susceptibility and meat quality in pigs**, v.33, p.81–87, 1985.

JOO, S.T. et al. The relationship between color and water holding capacity in post rigor porcine Longissimus muscle. **Journal of Muscle Foods**, v.6, p.211-226, 1995.

KIMURA, M., ITOKAWA, Y. Cooking losses of minerals in foods and its nutritional significance. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v.36, p.S25-S32, 1990. Supplement 1.

KUO, C.C.; CHU, C.Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. **Meat Science**, v.64, p.441–449, 2003.

LEACH, L.M. et al. The growth performance, carcass characteristics, and meat quality of Halothane carrier and negative pigs. **Journal of Animal Science**, v.74,n.5, p. 934–943, 1996.

LIEN, R. et al. Effects of Endpoint Temperature on the Internal Color of Pork Loin Chops of Different Quality. **Journal of Food Science**, v.67, n.3, p.1007–1010, 2002.

MAGANHINI, M.B. et al. Carnes PSE (pale, soft, exudativa) e DFD (dark, firm, dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, suppl.1, p.69-72, 2007.

MOELICH, E.I. et al. Sensory and functional meat quality characteristics of pork derived from three halothane genotypes. **Meat Science**, v.63, n.3, p.333-338, 2003.

MILLER, R. **Sensory Evaluation of Pork**. Pork Quality Series, National Pork Board. Dês Moines, IA, 1998.

MURRAY, A.C.; JOHNSONS, C.P. Impact of the gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 4, p. 543-548, 1998.

OKANOVIC, D. et al. Incidence of the PSE defect in hams at the Mitros meat factory and some characteristics of the affected muscles. **Tehnologija Mesa**, v.33, p.211–216, 1992.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality: a review. **Meat Science**, v 59, p. 397-406, 2001.

RUBENSAM, J.M. Transformações *post-mortem* e qualidade da carne suína. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia: Embrapa, 2000. Acesso em: Maio de 2010. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf#page=99](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf#page=99)>.

SA, E.M.F. A influência da água na propriedade da carne. **Revista da carne**, 2005. Disponível em: <[http://www.suino.com.br/carne/noticia.asp?pf\\_id=16248&dept\\_id=2](http://www.suino.com.br/carne/noticia.asp?pf_id=16248&dept_id=2)> Acesso em: 18/03/2010.

SARCINELLI, M.F et al. **Características da Carne Suína**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Boletim Técnico - Editado: 25.08.2007. Disponível em: <[http://www.agais.com/telomc/b00907\\_caracteristicas\\_carnesuina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf)>. Acesso em julho de 2010.

SMET, S. et al. Meat and carcass quality in two pigs lines of different stress-susceptibility genotype and their crosses. **Animal Science**, v.66, n.2, p.441-447, 1998.

SOUZA, H.B.A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AVESUI, 5, 2006. Florianópolis. **Anais...**Florianópolis:2006.

VAN LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G. Glycolytic potential of red, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2971–2973, 1999.

VAN LAACK, R.L.J.M. et al. Evaluating pork carcasses for quality. **National Swine Federation Annual Meeting**, December 1, 1995. Web page, 2000.

WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. **Meat Science**, v.20, p.65-74, 1987.

WISMER-PEDERSEN J.; BRISKEY E.J. Rate of anaerobic glycolysis versus structure in pork muscle. **Nature**, 186, 318–324, 1961.

## **CAPÍTULO 4**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado consumidor está cada vez mais exigente, primando pela qualidade dos alimentos adquiridos e agregando valores éticos ao seu conceito de qualidade, como o bem estar animal e o respeito ao meio ambiente. Desta forma, as indústrias produtoras de alimentos devem se adequar às novas exigências de mercado para manterem sua competitividade.

A cadeia produtiva de carnes deve estar atenta à características de qualidade como textura, suculência, cor, sabor e aroma, que podem ser influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão do músculo em carne.

Sabe-se que a anomalia conhecida como PSE é de origem multifatorial, sendo fruto da interação entre inúmeros fatores, sendo os mais pesquisados os fatores genéticos e ambientais, principalmente no que tange ao manejo pré abate.

Pôde-se observar na presente pesquisa, que a incidência total de carne PSE encontrada (10,06%) foi bastante inferior à observada em pesquisas realizadas anteriormente, tanto no Brasil quanto em outros países, que chegam a atingir percentuais superiores a 30%. Estes resultados podem ser fruto do constante trabalho das empresas de melhoramento genético, que vêm ao longo dos anos eliminando a presença do gene halotano dos plantéis de reprodutores. Outro fator que pode estar relacionado à redução da incidência de carne PSE são as melhorias nos procedimentos pré abate, aumentando as medidas adotadas para garantir o bem estar dos animais e da maior conscientização em todos os elos da cadeia sobre os princípios de bem-estar animal e suas consequências na qualidade da carne.

A empresa integradora na qual a pesquisa foi realizada adota procedimentos conhecidos como Boas Práticas de Manejo, evitando ao máximo práticas que possam estressar os animais.

Com a constante pressão do mercado consumidor e de entidades protetoras dos animais, algumas práticas utilizadas convencionalmente nos sistemas de produção de suínos vêm sendo questionadas como por exemplo: a castração cirúrgica.

Com o avanço tecnológico, surgiu a possibilidade de utilização da técnica alternativa da imunocastração. Entretanto, como qualquer nova técnica, são necessárias muitas pesquisas que possam validar sua eficiência e viabilidade econômica. Pesquisas têm

demonstrado potencial de desempenho superior e melhor qualidade de carcaça de animais imunocastrados quanto comparados aos castrados cirurgicamente. Entretanto, pouco se sabe ainda sobre o comportamento e bem estar destes animais e a presente pesquisa demonstrou que estes animais podem estar mais sujeitos ao estresse.

Mais pesquisas devem ser realizadas para estudar o comportamento e a susceptibilidade destes animais ao estresse, podendo desta forma adotar medidas de manejo mais adequadas a esta categoria, garantindo assim o bem estar aos animais.

Considerando-se a incidência de PSE observada na pesquisa estimaram-se prejuízos anuais da ordem de R\$ 176.000,00, que poderiam ser revertidos em benefícios para a empresa. Uma vez que a empresa já preconiza medidas de manejo voltadas ao bem estar animal, alguns aspectos poderiam ser reavaliados pela mesma, como a mistura de lotes no pré abate, períodos de descanso muito variáveis e a utilização do bastão elétrico.

É grande a expectativa por pesquisas relacionadas aos fatores que possam minimizar os defeitos tecnológicos da carne suína.