



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

***MARINAÇÃO COM SOLUÇÕES ALCALINAS E A QUALIDADE DA  
CARNE PSE EM SUÍNOS***

VIVIANE MARIA OLIVEIRA DOS SANTOS FERREIRA

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  
Junho – 2011



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

***MARINAÇÃO COM SOLUÇÕES ALCALINAS E A QUALIDADE DA  
CARNE PSE EM SUÍNOS***

VIVIANE MARIA OLIVEIRA DOS SANTOS FERREIRA

Zootecnista

ORIENTADOR: Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara  
CO-ORIENTADOR: Dr. Gelson Luis Dias Feijó

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  
Junho – 2011

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

664.92            Ferreira, Viviane Maria Oliveira dos Santos.

F 383e

Marinação com soluções alcalinas e a qualidade da carne PSE em suínos /  
Viviane Maria Oliveira dos Santos Ferreira – Dourados, MS: UFGD, 2011.  
62p.

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

1. Carne suína – Processamento 2. Qualidade de Carne – Marinação. 3.  
Suinocultura. I. Título.

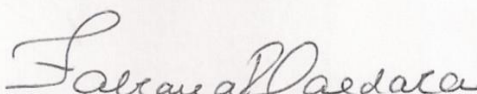
**“Marinação com soluções alcalinas e a qualidade da carne PSE em suínos”**

por

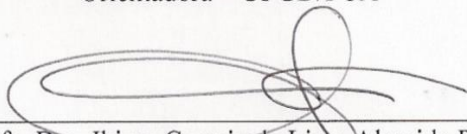
**VIVIANE MARIA OLIVEIRA DOS SANTOS FERREIRA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

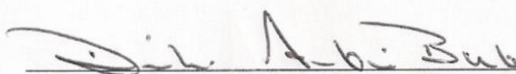
Aprovada em: 30/06/2011



Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara  
Orientadora – UFGD/FCA



Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz  
UFGD/FCA



Prof. Dr. Dirlei Antonio Berto  
UNESP-Botucatu/FMVZ

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**Viviane Maria Oliveira dos Santos Ferreira** - filha de Valdelice Oliveira e Juracy Pena dos Santos nascida em 23 de novembro de 1971 na cidade de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul. Graduou-se no ano de 2008 no curso de Zootecnia, pela Universidade Católica Dom Bosco em Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul. No mesmo ano foi aprovada no processo de seleção do Programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, área de concentração Produção Animal, com início em março de 2009, sendo bolsista da CAPES desde o ingresso até a data de defesa de sua dissertação.

## DEDICATÓRIA

Ao longo desta viagem, de constantes deslocamentos e ausências, tive a oportunidade de descobrir o quão fantásticas são as pessoas que esperaram este dia chegar... Por tudo isso, dedico minha vitória a **DEUS**, pela misericórdia, graça e paz, dom da vida e primeiro amor, que até aqui me sustentou.

Pelos sentimentos nobres, ternos e inquestionável amizade, à minha querida Mãe, Valdelice, pela paciência, compreensão e estímulo; aos meus queridos filhos, Fernando e Matheus, pela união e apoio; aos meus irmãos, em especial a minha querida e amada irmã Alice. Pelo carinho, incentivo e suporte financeiro, a minha tia Sonia e a minha prima Adriana.

## AGRADECIMENTOS

Ao longo desta viagem ao mundo do conhecimento, transportado pela UFGD, agradeço aos professores que se dedicaram a transferir conhecimento, experiência e um pouco de sua própria existência, capacitando-me a entrar no mercado, com excelência profissional.

Agradeço a minha orientadora Fabiana Ribeiro Caldara pela dedicação, amizade, paciência, desprendimento e disposição em transmitir seus conhecimentos, mas principalmente pelo exemplo de vida e honestidade. A você, meu mais profundo respeito e consideração.

Agradeço a meu co orientador Dr. Gelson Luis Dias Feijó, pelo desprendimento, atenção, dedicação e a amizade.

Agradeço a todos os professores que participaram na minha formação, mas em especial aos professores: Ibiara Correia Lima Almeida Paz, Rodrigo Garófallo Garcia, Leonardo Oliveira Seno e Ângela Dulce Cavenaghi Altemio.

Aos meus amigos e colaboradores que tanto contribuíram para a execução deste trabalho, Juliana Santiago Cascão, Luan Sousa dos Santos, Luana Natanna Barbosa dos Santos, Leonardo Willian de Freitas, Marcelo Almeida Rezende, Giancarlo de Moura Souza e Natália da Silva Sunada.

Agradeço a Seara – grupo Marfrig, pela possibilidade de realização deste estudo e doação do material coletado, e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa.

Agradeço pelo apoio do programa de pós graduação em zootecnia, ao prof. Dr. Fernando Miranda Vargas Junior e ao Secretário Ronaldo Pasquim.

Agradeço, finalmente, a todos os meus colegas de turma, pela maravilhosa convivência ao longo desses dois anos.

## RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da marinação com soluções alcalinas sobre características físicas e sensoriais da carne suína normal e PSE. Em um abatedouro comercial aferiu-se o pH das carcaças (n = 526) 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 das carcaças, amostras de carne provenientes do músculo *Longissimus dorsi* de 20 carcaças foram coletadas e distribuídas nos tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4, sendo duas condições (normal e PSE) e quatro soluções de marinação (TC controle sem marinação; TM1 solução de bicarbonato de sódio e NaCl (pH 8,02); TM2 solução de tripolifosfato de sódio e NaCl (pH 10,34) e TM3 solução de bicarbonato de sódio, tripolifosfato de sódio e NaCl (pH 8,97)). As amostras foram avaliadas quanto ao pH, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), perda por purga (PP), perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e atributos sensoriais (maciez, suculência e sabor). Não houve interação entre a condição da carne e os tratamentos de marinação para os parâmetros avaliados. Carnes PSE não diferiram de carnes normais quanto ao pH final, entretanto apresentaram maior luminosidade, PP, PE, PPC e FC. A marinação aumentou o pH da carne, reduziu a luminosidade, PE, PPC e FC e melhorou a maciez, suculência e sabor. Para a maioria das características avaliadas os melhores valores foram observados para carnes marinadas com a mistura dos três sais (TM3), evidenciando o sinergismo entre eles. A marinação com soluções contendo cloreto, bicarbonato e tripolifosfato de sódio foram eficientes em melhorar as características de qualidade da carne suína, tornando as carnes PSE semelhantes à carne normal *in natura*.

**Palavras-chave:** bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, salmouras, tripolifosfato de sódio, suínos



## ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the effects of marination with alkaline solutions on sensory and physical characteristics of normal and PSE pork. In a commercial slaughterhouse was measured the pH of carcasses (n = 526) for 45 minutes after slaughter (pH<sub>45</sub>), classified them into PSE (pH<sub>45</sub> < 5.8) or normal (pH<sub>45</sub> ≥ 5.8). After 24 hours of chilling of carcasses, meat samples from the *Longissimus dorsi* muscle from 20 carcasses were collected and distributed in the treatments in a completely randomized design, in the 2x4 factorial arrangement, being two conditions (normal and PSE) and four solutions of marination (TC control without marination; TM1 sodium bicarbonate and sodium chloride solution (pH 8.02), TM2 sodium tripolyphosphate and sodium chloride solution (pH 10.34) and TM3 sodium bicarbonate, sodium tripolyphosphate and sodium chloride solution (pH 8.97). The samples were evaluated for pH, color (L \* a \* b \*), purge loss (PP), exudate loss (PE), cooking loss (PPC), shear force (FC) and sensory attributes (tenderness, juiciness and flavor). There was no interaction between the condition of the meat and the marination solutions on these parameters. The PSE meat did not differ from normal meat as to final pH, however showed higher lightness, PP, PE, PPC and FC. The marination increased the pH of the meat, reduced the lightness, PE, PPC and FC and improved tenderness, juiciness and flavor. For most traits the best values were observed in meat marinated with a mixture of three salts (TM3), demonstrating the synergy between them. The marination with solutions containing chloride, bicarbonate, tripolyphosphate sodium was effective in improving the quality of pork, making PSE meat similar to normal fresh pork.

**Keywords:** salt, sodium bicarbonate, sodium chloride, sodium tripolyphosphate, swine

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
1.2.1	Características nutricionais da carne suína .....	3
1.2.2	Características tecnológicas da carne suína .....	3
1.2.3	Características sensoriais da carne suína .....	5
1.2.4	Carne PSE ( <i>Pale, Soft, Exudative</i> ) .....	7
1.2.5	Marinação de carne suína .....	9
<b>1.3</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II. MARINAÇÃO COM SOLUÇÕES ALCALINAS E A QUALIDADE DA CARNE SUÍNA PSE.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>RESUMO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
2.4.1	Preparo da amostras, tratamentos e delineamento experimental .....	24
2.4.2	Preparo das salmouras .....	24
2.4.3	Processo da marinação.....	25
2.4.4	Perda por purga (PP) .....	25
2.4.5	Perda de exsudato (PE).....	26
2.4.6	Coloração ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ).....	26
2.4.7	Perda de Peso por Cozimento (PPC) .....	26
2.4.8	Força de Cisalhamento (FC) .....	26

2.4.9	Análise Sensorial (AS) .....	27
2.4.10	Análise Estatística .....	27
<b>2.5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
2.5.1	Coloração e pH final.....	28
2.5.2	Perdas por purga (PP), exsudato (PE) e por cozimento (PPC) .....	31
2.5.3	Força de Cisalhamento .....	33
2.5.4	Contraste de interesse (carne normal <i>in natura</i> x carnes PSE marinadas) .....	35
2.5.5	Avaliação Sensorial (AS).....	36
2.5.6	Correlações entre características físicas e sensoriais.....	38
<b>2.6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>2.7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>50</b>

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1. Composição porcentual e pH das salmouras utilizadas no processo de marinação da carne suína normal e PSE .....	25
Tabela 2. pH e Luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ) da carne suína normal e PSE, antes e após a marinação.....	28
Tabela 3. Perda por purga (PP), perda de exsudato (PE) e perda de peso por cozimento (PPC) das carnes suína normal e PSE, marinadas e não marinadas .....	31
Tabela 4. Força de cisalhamento (FC) das carnes suína normal e PSE, marinadas e não marinadas .....	33
Tabela 5. Força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE) e perda de peso por cozimento (PPC) da carne suína normal <i>in natura</i> e carne PSE marinada com diferentes soluções alcalinas .....	36
Tabela 6. Características sensoriais da carne suína normal e PSE, marinadas e não marinadas .....	36
Tabela 7. Correlações entre as características sensoriais e físicas da carne suína normal e PSE após a marinação com soluções alcalinas. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição dos tratamentos por lombo nas condições normais e PSE (PE – perda de exsudato, PPC – perda de peso por cozimento, FC – força de cisalhamento, PP – perda por purga, COR – coloração (L*, a*, b*) AS – análise sensorial). .....	24
Figura 2. Escala hedônica utilizada para avaliação sensorial das carnes suínas PSE e normal, marinadas e não marinadas .....	27
Figura 3. Força de cisalhamento e pH das carnes suína marinadas e não marinadas .....	35

## **1 CAPÍTULO I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E REVISÃO DE LITERATURA**

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A carne suína é a mais consumida no mundo e embora ainda enfrente uma série de preconceitos e restrições religiosas, 39% de toda a carne consumida é de origem suína (RAMOS & GOMIDE, 2007). Com produção mundial de cerca de 100 milhões de toneladas, quase a metade é produzida na China e outro terço na União Européia (UE-27) e nos Estados Unidos. A participação do Brasil é da ordem de 3% da produção e 11% das exportações mundiais, assumindo a quarta posição no “ranking” dos produtores e exportadores (ABIPECS, 2009).

Por ser um dos maiores produtores mundiais de grãos e desta forma possuir condição primária para a sustentação da cadeia suinícola, além de possuir área disponível e clima favorável, o Brasil tem sido apontado como um dos países que terá grandes condições de desenvolvimento da produção de suínos (BRIDI et al., 2006).

Com o crescente aumento da população mundial e melhoria no poder aquisitivo, aumenta-se a demanda por alimentos, especialmente produtos de origem animal. Para suprir as expectativas deste mercado em expansão, tornam-se necessários amplos investimentos que promovam melhorias na produtividade animal e na qualidade de carnes.

A intensidade do melhoramento genético de suínos, em busca de maior eficiência na deposição de tecido magro, levou a mudanças na composição da carcaça, aumentando consideravelmente a deposição de tecido muscular e reduzindo a taxa de deposição de gordura, também ocasiona modificações bioquímicas do músculo, com evidentes alterações em sua percepção sensorial (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003). Há um consenso entre pesquisadores de que esta intensidade de seleção aliada a problemas no manejo dos animais pode ter efeitos extremamente negativos sobre a qualidade da carne suína (MITCHELL & HEFFRON 1982; PARDI et al., 1995). Grande parte desses efeitos estão relacionados ao pH da carcaça no momento do abate e 24 horas *post mortem* (GARRIDO & BAÑÓN, 2000).

A carne suína considerada ideal é identificada como RFN (*Reddish Pink, Firm, Non-Exudative*), apresentando coloração vermelho-rosada, textura firme e livre de exsudação de água na superfície. Alterações de qualidade influenciadas pelo pH podem estar relacionadas ao aparecimento de carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*), de coloração muito clara, textura mole e apresentando exsudação de água na superfície carne; carnes RSE (*Reddish Pink, Soft, Exudative*), de coloração típica da carne RFN enquanto as demais características são semelhante à carne PSE e carne DFD (*Dark, Firm, Dry*), de coloração escura, textura firme e muito seca, observada com menor frequência em suínos (GOMIDE & RAMOS, 2007).

Dentre as alterações, a PSE representa o principal problema para a indústria, devido à sua baixa capacidade de retenção de água, afetando diversas características essenciais da carne suína (ROSENVOLD et al., 2001; SÁ, 2005; FERREIRA et al., 2010) e em função de sua elevada ocorrência em abatedouros comerciais.

## **1.2 REVISÃO DE LITERATURA**

A qualidade da carne abrange propriedades decisivas que garantem o sucesso da industrialização e do mercado de carne *in natura*. Os principais atributos de interesse são as características nutricionais (teores de proteína, lipídeos, vitaminas e minerais), as características tecnológicas (pH, capacidade de retenção de água, estabilidade oxidativa) e as características sensoriais (cor ou aparência, textura, suculência e sabor) segundo ROSENVOLD et al. (2001).

### **1.2.1 Características nutricionais da carne suína**

A carne suína tem composição muito semelhante à carne das demais espécies, rica em nutrientes, proteínas de alto valor biológico, vitaminas e diversos minerais. Cerca de 70 % da gordura suína encontram-se situada abaixo da pele (toucinho), 20 a 22 % entre os músculos e o restante dentro dos músculos. De maneira geral e dependendo do corte, a carne suína apresenta 72% de água, 20% de proteínas, 7% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos (SARCINELLI et al., 2007).

### **1.2.2 Características tecnológicas da carne suína**

O músculo de um animal é um tecido vivo com complexas propriedades bioquímicas e fisiológicas (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003) e seu processo de conversão em carne envolve uma série de alterações no metabolismo e na estrutura física das células. Os principais eventos observados são a perda do suprimento de oxigênio, esgotamento das reservas de energia das células, formação e acúmulo de ácido lático, queda do pH, queda na temperatura, aumento da concentração de íons de cálcio e aparecimento do *rigor mortis*, resultando no encurtamento dos sarcômeros (JUDGE et al., 1989; LAWRIE, 2005). A combinação destes eventos determina a qualidade final da carne e suas propriedades como cor, maciez, sabor, odor e capacidade de retenção de água (HONIKEL & KIM, 1986; ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003).



Após o abate os processos bioquímicos musculares continuam na tentativa de manutenção da homeostase. A glicólise *post mortem* ocorre em um ambiente celular anaeróbico, onde o glicogênio é transformado em ácido pirúvico e este convertido em ácido láctico, que acumula-se nas células, causando redução do pH. A queda inicial do pH ocorre e função da liberação de íons H<sup>+</sup> e é posteriormente incrementada pela redução do piruvato em lactato. A quantidade de glicogênio presente no músculo no momento do abate é, portanto, decisiva para o valor final de pH alcançado na carne. Normalmente, o valor do pH muscular no animal vivo encontra-se entre 6,9 a 7,2 e após o abate decresce gradativamente estabilizando-se em torno de 5,4 a 5,8 quando se esgotam as reservas de ATP e se estabelece o *rigor mortis* (BOURGEIOS et al., 1994). Além do valor final de pH da carne, a velocidade do seu declínio *post mortem* está diretamente ligada a atributos como a capacidade de retenção de água, textura, suculência, sabor e cor.

A capacidade de retenção de água (CRA) pode ser definida como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem. Entretanto, durante aplicação suave de qualquer um dos tratamentos, há perda de umidade, devido à parte da água presente na carne encontrar-se na forma livre. Apenas 4 a 5% do total de água no músculo encontram-se na forma ligada (LAWRIE, 2005).

A carne é composta por aproximadamente 75% de água, sendo as miofibrilas as principais responsáveis pela ligação entre a água e a proteína (HAMM, 1960). Carnes com baixa capacidade em reter água, apresentam perda considerável de peso e maior probabilidade de proliferação microbiana, tendo assim seu tempo de armazenamento prejudicado (SILVA, 2004). A alta exsudação de fluidos da carne gera reflexos econômicos para a indústria em função da perda de peso e alterações das características sensoriais, como cor, textura, firmeza, suculência e maciez (LAWRIE, 2005; SÁ ET al., 2005).

A perda de exsudato ocorre em consequência do encolhimento das miofibrilas no período *post mortem* e é um dos principais fatores de perda de qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (JENSEN et al., 1998). Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se um dos contribuintes para a perda global de água da carne, sendo influenciada pelo pH final, tamanho das peças de carne e tempo de processamento.

A perda por exsudação e a perda de peso por cozimento são consideradas parâmetros indicadores da capacidade de retenção de água (NORTHCUTT et al., 1994; MCKEE et al., 1998). No ano de 2006 foram abatidos no Brasil, aproximadamente 33,7 milhões de suínos. Considerando-se sobre este volume perda de aproximadamente 1,5% de exsudato por lombo,

estimou-se prejuízo econômico da ordem de 5,7 milhões de reais (MAGANHINI et al., 2007). A condição PSE causa relevante perda de água por exsudação podendo atingir em média 50% a mais de perda em comparação a carne normal (LIEN et al., 2002; KUO & CHU, 2003), elevando consideravelmente os prejuízos causados à indústria.

A perda de peso por cozimento é resultado do encolhimento das miofibrilas durante a cocção e pode variar em função do tempo e da temperatura de cocção, uma vez que, altas temperaturas causam desnaturação das proteínas, perdas de gordura subcutânea, intermuscular e intramuscular (BENDALL & RESTALL, 1983).

A perda de água da carne ao cozimento pode ser explicada em quatro fases distintas. Primeiramente ocorre perda lenta de fluidos das miofibrilas constituintes para dentro dos espaços extracelulares à medida que as proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares desnaturam entre 40 a 53°C, não ocorrendo o encurtamento simultâneo. Após, ocorre rápida perda de fluído pelas miofibrilas quando a temperatura aumenta para 60°C, enquanto o colágeno da membrana basal encolhe pelo calor. Em seguida ocorre o encolhimento, pelo calor, dos colágenos endomisial, perimisial e epimisial, entre 64°C e 90°C, diminuindo o diâmetro das miofibrilas, aumentando assim a perda de umidade por cozimento. Por último, com o aquecimento prolongado, a conversão dos colágenos epimisial, endomisial e perimisial, em gelatina, promove o amaciamento da carne e perda de umidade, caracterizando assim a perda de peso por cozimento (BENDALL & RESTALL, 1983).

### **1.2.3 Características sensoriais da carne suína**

A cor é um dos principais parâmetros indicadores de qualidade da maioria dos alimentos e em carnes esta característica exerce importante influência no ato da compra pelos consumidores. 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 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 (LUCHIARI, 2000). Dois métodos podem ser utilizados para avaliação da cor, o subjetivo que envolve observações sensoriais de pigmentos da carne, da gordura e presença de tecido conjuntivo, sendo um método rápido e usual e o método objetivo, por meio da utilização de equipamentos como o colorímetro, utilizando-se o sistema HunterLab ou o Cielab, no qual a cor é determinada através das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , (luminosidade, teor de vermelho e amarelo, respectivamente). A “Commission International de l’Eclairage” (CIE,

1986) enfatiza o uso da Fonte Iluminante D65 e ângulo de 10° para avaliar os parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

A carne suína considerada normal (RFN) apresenta luminosidade ( $L^*$ ) em uma faixa intermediária de  $L^*_{24\text{ h}}$  entre 45 a 53. Alterações relativas à velocidade de glicólise *post mortem* e a conseqüente queda do pH muscular podem alterar a coloração da carne, proporcionando o aparecimento de carnes PSE ou DFD. Carnes PSE apresentam alta luminosidade com valores de  $L^*_{24\text{ h}} > 53$ , enquanto a DFD apresenta baixa luminosidade e valores de  $L^*_{24\text{ h}} < 45$  (CHANNON et al., 2000; RAMOS & GOMIDE, 2007).

A “Meat and Livestock Commission”, órgão ligado a AMSA (American Meat Science Association) considera valores de  $L^*$  entre 49 a 60 dentro dos padrões adequados de qualidade da carne suína (WARRIS & BROWN, 1995).

Para os teores de vermelho ( $a^*$ ) e amarelo ( $b^*$ ) da carne suína são observadas grandes variações na literatura. Valores de  $a^* = 6,3$  e  $b^* = 13,7$  para carne suína normal foram observados por Van Der Wal (1988), que não constataram diferenças quando comparados à carne suína PSE. Ao avaliarem a carne suína PSE, Kuo & Chu (2003) obtiveram valores de  $L^*$ ,  $b^*$  e  $a^*$  de 51,5; 11,7 e 16,3, respectivamente, e 44,8; 9,9 e 17,5 para lombos normais. Segundo Leach et al. (1996) as carnes PSE apresentam maiores valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em relação às carnes normais.

Dentre as características qualitativas da carne a textura e a maciez são consideradas como as mais importantes pelo consumidor após a compra (VEISETH & KOOHMARAIE, 2001). A textura é uma qualidade sensorial do alimento, a qual inclui todas as sensações quinesésicas percebidas pela boca, enquanto a maciez é um atributo da textura. (SZCZESNIAK, 2002). A textura da carne é percebida pelo tamanho dos feixes de fibras e este é determinado pelo número, diâmetro e tamanho de fibras e pela quantidade de perimísio que envolve cada feixe. A raça e o sexo do animal exercem influência sobre a textura da carne, sendo que em músculos de machos inteiros a textura grosseira é mais pronunciada (LUCHIARI, 2000; LAWRIE, 2005).

A impressão de maciez da carne envolve três aspectos: a facilidade de penetração da carne pelos dentes, a facilidade de fragmentação da carne e a quantidade de resíduo que permanece após a mastigação (MILLER, 1997). Vários fatores, inerentes ou não ao animal interferem na maciez da carne: sexo, raça, idade, alimentação, manejo, atividade do animal, velocidade de queda do pH *post mortem*, tipo de pendura, resfriamento intenso e acelerado nas câmaras frias, tempo de armazenamento, entre outros (DABÉS, 2001).

A idade média de abate dos suínos (150 a 175 dias) não afeta de forma significativa a maciez da carne, pois nessa idade ainda não há grande quantidade de tecido conectivo nos músculos (VAN LAACK et al., 2001). Valor de 6,0 kgf foi proposto por Iversen et al. (1995) como limite entre a maciez e a dureza da carne suína. Entretanto, segundo o NPPC National Pork Producers Council (1999) esse valor limite é de 3,2 kgf, mensurado por meio do aparelho Shear Force.

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 salivação. As gorduras intermusculares e intramusculares funcionam como 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 (ROÇA, 2000).

A condição PSE pode influenciar a suculência da carne. Avaliando as características sensoriais da carne suína proveniente de animais portadores do genótipo halotano (NN, Nn e nn), Moelich et al. (2003) encontraram diferenças significativas nos escores de suculência entre os genótipos avaliados, com menor valor observado para os animais homozigotos recessivos (nn).

O aroma e sabor da carne suína são determinados por fatores antecedentes ao abate como idade, sexo, raça, alimentação e manejo, além de outros fatores como pH final do músculo, condições de esfriamento e armazenamento e procedimentos culinários. O sabor é uma sensação complexa que envolve odor, textura, temperatura e pH. Destes o odor é o mais importante, predominando sobre as sensações primárias de sabor (amargo, doce, salgado, azedo ou ácido e umami). Em circunstâncias ideais a resposta ao odor é 10.000 vezes mais sensível do que ao sabor (LAWRIE, 2005). A carne de animais portadores da condição PSE tem menor palatabilidade do que a carne de animais não portadores (WARRISS, 1994).

#### **1.2.4 Carne PSE (*Pale, Soft, Exudative*)**

O termo PSE provém da designação inglesa *Pale, Soft e Exudative*, devido às características sensoriais e físico-químicas apresentadas por estas carnes: aspecto pálido, flácido e exsudativo (RAMOS & GOMIDE, 2007). A ocorrência da anomalia PSE é internacionalmente reconhecida como um sério problema para indústria de carnes e devido a sua importância econômica, este fenômeno tem sido estudado há vários anos em suínos.

Não existe plena concordância entre pesquisadores sobre as causas da carne PSE, sendo que alguns atribuem sua origem a ordem genética, outros a bioquímica ou ambiental

(SCHAEFER et al., 1993; RAMOS & GOMIDE, 2007). Entretanto, trabalhos demonstram maior incidência da anomalia quando fatores genéticos e ambientais são associados (FUJII et al., 1991; CULAU et al., 2002)

Dentre os aspectos relevantes no processo de transformação do músculo em carne destaca-se a taxa de declínio do pH. Se algum evento perturba o processo normal de conversão do músculo em carne, a velocidade de glicólise sofre aceleração e o pH diminui rapidamente. A rápida decomposição do glicogênio muscular com conseqüente aumento na velocidade de declínio do pH neste tecido pode haver desenvolvimento da condição PSE (HONIKEL & KIM, 1986).

A combinação do pH baixo e da temperatura muscular próxima a temperatura corporal do animal vivo ( $>38^{\circ}\text{C}$ ) causa elevada desnaturação protéica. Estas carnes apresentam pH muito próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (5,4) e por terem cargas positivas e negativas em igual quantidade, têm aproximação máxima dos filamentos grossos e finos, diminuindo ou até mesmo eliminando o espaço entre eles, impossibilitando a ligação destas moléculas com a água, reduzindo a 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 pálidas (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003).

Dentre as possíveis origens do desenvolvimento da condição PSE em suínos, está no defeito mutagênico da proteína que constitui o gene receptor de rianodina (RYR1), localizado sobre as membranas, os quais controlam a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático ao mioplasma no músculo esquelético (FUJII et al., 1991; MONIN et al., 1999). O cromossomo 6, responsável pela codificação do gene (RYR1), sofreu mutação de uma base nitrogenada citosina para uma timina na posição 1843 da seqüência do DNA, resultando na alteração do aminoácido 615, onde um resíduo de arginina cedeu lugar a um resíduo de cisteína (FUJII et al., 1991)

Esta mutação gênica provoca disfunção estrutural funcional da proteína do receptor rianodina do retículo sarcoplasmático, que faz com que grandes quantidades de  $\text{Ca}^{+2}$  sejam liberadas para dentro do sarcoplasma, provocando metabolismo celular acelerado, com rápido desdobramento do glicogênio e acidificação do músculo (CHRISTIAN, 1997).

Os animais portadores do genótipo halotano (Nn e nn) apresentam maior sensibilidade ao estresse, e algumas raças como Pietran, Landrace Belga e Poland China, apresentam alta frequência deste gene na população, apresentando conseqüentemente, alta incidência de carne PSE (SAYRE et al. 1963).

O genótipo halotano é também responsável pelo maior rendimento de carcaça e porcentagem de carne magra. Pesquisas demonstraram que a qualidade da carne foi distinta entre suínos recessivos para o genótipo halotano (nn), suínos portadores heterozigotos (Nn) e suínos não portadores (NN) (SMET et al., 1996). No entanto, se forem abatidos sob condições ideais, não se observa diferença na qualidade da carne entre animais portadores e não portadores (SMET et al., 1998)

O manejo pré-abate pode determinar a qualidade final da carne. O estresse provocado pela mistura de animais de diferentes lotes, transporte por longas distâncias e em diferentes horários do dia, a qualidade do veículo, a ventilação, a densidade, o repouso por tempo inadequado (tempo inferior a duas horas ou superior a quatro horas) na pocilga do abatedouro, podem induzir os animais ao estresse físico e psicológico. Essas condições podem afetar a qualidade da carne suína, e levar ao desenvolvimento da condição PSE (ROSENVOLD et al., 2001; BERTOLONI et al., 2006).

O estresse pré-abate pode ser dividido em duas classes, sendo o estresse de período longo, como o manejo na granja, a mistura, o embarque e o transporte dos animais, e o estresse de período curto, incluindo as condições predominantes na pocilga de repouso e a condução até o abate. Normalmente não são considerados separadamente, embora o estresse de período curto esteja associado diretamente com a incidência de carnes PSE e o de período mais longo a ocorrência da anomalia DFD (ANGERAMI, 2004).

### **1.2.5 Marinação de carne suína**

A marinação é uma técnica utilizada há muitos anos, que envolve a aplicação de salmouras adicionadas ou não de condimentos, capazes de melhorar as características físicas e sensoriais da carne (DAGUER et al., 2009). Esta técnica consiste em submeter a carne fresca à solução de salmouras com objetivo de aumentar a retenção de fluidos e incrementar seus atributos sensoriais (BRASHEAR et al., 2002).

Inicialmente esse processo era utilizado de forma artesanal em residências e restaurantes, porém com o desenvolvimento da indústria frigorífica a prática de marinação foi amplamente adotada para produção em larga escala (GAULT, 1985).

Atualmente são conhecidas três formas de se aplicar a técnica, por imersão (estático), injeção e por massageamento (dinâmicos). O processo por imersão é o mais antigo, e consiste em submergir a carne em solução por um tempo previamente determinado, permitindo que os ingredientes penetrem gradativamente por difusão, sem aplicação de força (XARGAYÓ, 2001).

Na marinação por injeção utiliza-se uma “injetora de salmoura”, que consiste de uma esteira transportadora das carnes e de um ou dois jogos de agulhas ocas e perfuradas, ligadas a um sistema de bombeamento, dotado de um reservatório, para as soluções a serem injetadas. A absorção da solução pela carne se dá basicamente pela pressão das agulhas e pela velocidade da esteira (PRANDL et al., 1994; LEMOS et al., 1999).

No massageamento a operação é feita em um “tambor” metálico giratório (*tumbler*), no qual se depositam as carnes e a salmoura, aumentando a incorporação dos ingredientes pela carne (BORTILUZZI, 2006).

Dentre o sais mais utilizados nesse processo encontram-se o cloreto de sódio e polifosfatos de sódio.

Os polifosfatos são reconhecidos por sua capacidade de elevar o pH, aumentar a capacidade de retenção de água, reduzir a perda por purga, melhorar a estabilidade da cor, além de conferir mais sabor e suculência à carne (SHEARD et al., 1999). Os fosfatos são sais de ácidos fosfóricos, divididos em ortofosfatos, com um único átomo de fósforo, e em polifosfatos com dois ou mais átomos de fósforo na molécula. Os fosfatos são agentes tamponantes e sequestrantes além de atuarem aumentando a força iônica (STEINHAUER, 1983). A imersão de cortes cárneos por 30 minutos em solução com tripolifosfato de sódio reduz consideravelmente a perda por exsudação durante o período de três semanas de estocagem refrigerada (URBAIN, 1968).

A perda de peso por cozimento foi significativamente reduzida quando se utilizou a marinação com tripolifosfato de sódio, refletindo-se no aumento da maciez e suculência da carne suína (SUTTON et al., 1997). Segundo os autores o tripolifosfato de sódio possui ainda potencial para reduzir ou mascarar sabores na carne suína.

O cloreto de sódio atua na extração e solubilização das proteínas musculares e emulsificação das gorduras, contribuindo com o aumento da capacidade de retenção de água, redução das perdas de peso ao cozimento, além de melhorar a qualidade e a textura do produto (SAÑUDO et al., 1998).

A interação do cloreto de sódio com os polifosfatos não é bem esclarecida, apesar de extensivamente discutida (SMITH & YOUNG, 2007). O entendimento da interação desses sais poderá melhorar a eficácia dos métodos de marinação e ampliar a sua utilização na indústria frigorífica (BOLES & SHAND, 2001).

A marinação com soluções de tripolifosfato de sódio isoladamente ou associado ao cloreto de sódio, atuam na fibra muscular, aumentando o pH da carne, propiciando maior ligação de água pelo músculo, diminuindo a perda por exsudação durante a estocagem e

melhorando várias propriedades da carne (LEMOS, 2001; ROÇA, 2006). Pesquisas relatam aumento no pH e melhorias na maciez e coloração da carne PSE por meio de marinação com solução de cloreto de sódio e polifosfatos (YOUNG & LYON, 1994; BREWER et al., 1999).

O bicarbonato de sódio aumenta a capacidade tampão durante o cozimento melhorando as características físicas da carne suína (MOTTRAM, 2008). Estudos de KAUFFMAN et al. (1998) demonstrou efeito positivo do bicarbonato de sódio sobre as características sensoriais da carne suína.

O uso de soluções de marinação com pH elevado, obtido por meio de fosfatos e de bicarbonato de sódio, tem demonstrado eficiência em melhorar a capacidade de retenção de água tanto para carne pálida como para carnes com padrão normal de qualidade (WOELFEL & SAMS, 2001). Pesquisas evidenciam o efeito sinérgico do tripolifosfato de sódio, bicarbonato de sódio e cloreto de sódio (KEETON et al., 1984; BARBUT et al., 1988). Esses autores concluem que além dos benefícios obtidos sobre as propriedades físicas da carne, essa pode ser também uma estratégia eficaz para reduzir ou eliminar aromas e sabores atípicos em carne suína.

Carnes PSE podem prejudicar os processos industriais de fabricação, além disso, serem rejeitadas pelos consumidores devido ao seu aspecto, gerando sérios problemas de ordem econômica para o setor. Deste modo, buscar alternativas que possam de alguma forma amenizar os defeitos de qualidade da carne PSE, torna-se extremamente importante para a indústria. Uma forma de melhorar, mesmo que parcialmente, a qualidade da carne PSE, é a adoção do processo de marinação. Entretanto, este processo vem sendo bastante estudado e utilizado por indústrias processadoras de carne de aves, e pouco pela indústria suinícola.

O capítulo 2, denominado **MARINAÇÃO COM SOLUÇÕES ALCALINAS E A QUALIDADE DA CARNE PSE EM SUÍNOS**, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na revista **Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia** e teve como objetivo avaliar os efeitos de soluções de marinação alcalinas, compostas por cloreto de sódio, bicarbonato de sódio e tripolifosfato de sódio sobre as características físicas, funcionais e sensoriais da carne suína normal e PSE.

### 1.3 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA - ABIPECS. Estatísticas. Disponível em <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em 02/03/2009.



AMSA - American Meat Science Association. Meat Evaluation Handbook, American Meat Science Association, Savoy, IL. 2001.

ANGERAMI, C.N. Influência do Genótipo, Sexo e Peso de Abate na Composição da Carcaça e nas Características de Qualidade da Carne Suína. 2004. 141f. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BARBUT, S.; MAURER, A.J.; LINDSAY, R.C. Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. *Journal of Food Science*, v.53, n.1, p.62– 66, 1988.

BENDALL J.R.; RESTALL D.J. The cooking of single myofibres, small myofibre bundles and muscle strips from beef M. psoas and M. sternomandibularis muscle at varying heating rates and temperatures. *Meat Science*, v.8, n.2, p.93-117, 1983.

BERTOLONI, W; SILVEIRA, E.T.F.; LUDTKE, C.B.; COSTA, R.M. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos insensibilização elétrica e gasosa (CO<sub>2</sub>). Parte 2 – mensurações objetivas de qualidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.26, n.2, p.343-351, 2006.

BOLES J.A.; SHAND P.J. Meat cut and injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef. *Meat Science*, v.59, n.3, p. 259-265, 2001.

BORTOLUZZI, R.C. Marinados. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: Ed. Do autor, p. 473-480, 2006.

BOURGEIOS, C.M; MUSCLE, J.F.; ZUCCA, J. *Microbiologia Alimentaria*. Zaragoza, Acribia, 1994, 437p.

BRASHEAR, G.; BREWER, M.S.; MEISINGER, D.; MCKEITH, F.K. Effect of raw material pH, pump level and pump composition on quality characteristics of pork. *Journal of Muscle Foods*, v.13, n.3, p.189-204, 2002.

BREWER, M.S.; GUSSE, M.; MCKEITH, F.K. Effects of injection of a dilute phosphate-salt solution on pork characteristics from PSE, normal and DFD carcasses. *Journal Food Quality*, v.22, n.4, p.375-385, 1999.

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.

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, n.3, 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.

CIE, COLORIMETRY, 2nd ed., CIE Publications, n.15.2, Commissions Internationale de l'Eclairage, Viena, 1986.

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

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, v.25, n. 288, p.32-40, 2001.

DAGUER, H. Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno. 2009. 187f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, PR.

FERREIRA, V.M.O.S.; CALDARA, F.R.; SANTIAGO, J.C.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; GARCIA, R.G.; FREITAS, L.W. Coloração e correlações entre características qualitativas e quantitativas da carne suína. *Anais... 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia 2010 (CD)*.

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. *Meat Science*, v.253, n.5018 , p.448-451, 1991.

GARRIDO, M.D.; BAÑÓN, S. Medida del pH. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, p.147-155, 2000.

GAULT N.F.S. The relationship between water holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscle as influenced by acidic condition below the ultimate pH. *Meat Science*, v.15, n.1, p. 15-17, 1985.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, Cleveland, v.10, n.2, p.335-443, 1960.

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

IVERSEN, P.; HENCKEL, P.; LARSEN, L.M.; MONLLAO, S.; MOLLER, A.J. Tenderization of pork as affected by degree of cold-induced shortening. *Meat Science*, v.40, n.2, p.171-181, 1995.

JENSEN C, LAURIDSEN C, BERTELSEN G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends Food Science Technology*, Cambridge, v.9, p.62-72, 1998.

JUDGE, M.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R.A. (Ed.) *Principles of Meat Science*. Dubuque: Kendall/Hunt, 1989. 351 p.

KAUFFMAN, R.G.; VAN LAACK, R.L.J.M.; RUSSELL, R.L.; POSPIECH, E.; CORNELIUS, C.A.; SUCKOW, C.E.; GREASER, M.L. Can pale, soft, exudative pork be prevented by post mortem sodium bicarbonate injection? *Journal of Animal Science*, v.76, n.2, p.3010–3015, 1998.

KEETON, J.T.; FOEGEDING, E.A.; PATANA-ANAKE, C. A comparison of nonmeat proteins, sodium phosphate and processing temperature effects on physical and sensory properties of frankfurters. *Journal of Food Science*, v.49, n.6, p.1462–1465, 1984.

KUO, C.C.; CHU, C.Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, v.64, n.4, p.441–449, 2003.

LAWRIE, R.A. *Ciência da Carne*. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

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, n.5, p.934-943, 1996.

LEMOS, A.L.S.C.; NUNES, D.R.M.; VIANA, G. Optimization of still marination process of chicken parts. *Meat Science*, v.52, n.2, p.222-234, 1999.

LEMOS, A.L.S.C. *Marinação: Satisfazendo o consumidor e agregando valor à carne de aves*. *Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia de Carnes do ITAL*, 2001. v. XI, n.2, p.1- 4.

LIEN, R.; HUNT, M.C.; ANDERSON, S.; KROPF, D.H.; LOUGHIN, T.M.; DIKEMAN, M.E.; VELAZCO. Effects of endpoint temperature on the internal color of pork patties of

different myoglobin form, initial cooking state, and quality. *Journal of Food Science*, v.67, n.3, p.1011–1015, 2002.

LUCHIARI FILHO, A. A pecuária de corte bovina. São Paulo: A, Luchiari Filho, 2000, 134p.

MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L.; GUARNIERI, P.D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. 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.

MCKEE, S.R.; HARGIS, B.M.; SAMS, A.R. Pale, soft and exudative meat in turkey treated with succinylcholine. *Poultry Science*, Champaign, v.77, n.2, p.356-360, 1998.

MILLER R.K. United State initiative to reduce variability in beef on pork eating quality. IN: INTERNATIONAL CONGRESS OD MEAT SCIENCE TECNOLOGY. Procendings.s.1: ed...1987. p. 43-52

MITCHELL, G. & HEFFRON, J.J A. Porcine stress syndromes. *Advances of Food Research*, v.28, p.167–230, 1982

MOELICH, E.I.; HOFFMAN, L.C.; CONRADIE, P.J. Sensory and functional meat quality characteristics of pork derived from three halothane genotypes. *Meat Science*, v.63, n.3, p.333-338, 2003.

MONIN, G.; LARZUL, C.; LE ROY, P.; CELIOLI, J.; MOUROT, J.; RUSSET-AKRIM, S.; TALMANT, A.; TOURALLE, C.; SELLIER, P. Effects of the halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *Journal of Animal Science*, v.77, n.2, p. 408-415, 1999.

MOTTRAM, D.S. The chemistry of meat flavour. In F. Shahidi (Ed.), *Flavor of meat, meat products, and seafood's*. Blackie Academic and Professional, pp. 5–26, 1998.

NORTHCUTT, J.K.; FOEGEDING, E.A.; EDENS, F.W. Walter-holding properties of thermanlly preconditioned chicken breast an leg meat. *Poultry Science*, Champaign, v.73, n.2, p.308-316, 1994.

NPCC - NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL Pork quality targets. 1999. Acessado em Setembro de 2010. Disponível em: <http://www.nppc.org/facts/targets.html>

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne. Tecnologia e sua obtenção e transformação: 1a ed.* Niterói: EDUFF 1995.

PRÄNDL, O.; FISHER, A.; SCHIMIDHOFER, T.; SINELL, H-J. Tecnologia e ciência de la carne. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 1994. p.356

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e Metodologias. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2007. 599 p.

ROÇA, R.O. Desenvolvimento de método para avaliação da absorção de água em carcaças e cortes de frangos. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2006. 10f. Disponível em <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes>>. Acesso em 19/12/2010.

ROÇA, R.O. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2000. 202p

ROSENVOLD, K.; LAERKE, H.N.; JENSEN, S.K.; KARLSSON, A.H.; LUNDSTRÖM, K.; ANDERSEN, H. J. Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. Meat Science, v.59, n.4, p.397-406, 2001.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality – a review. Meat Science, v.64, n.3, p.219-237, 2003.

SÁ, J.L.; SIQUEIRA, E.R.; SÁ, C.O; ROÇA, R.O.; FERNANDES, S. Características de carcaça de cordeiros Hampshire Down e Santa Inês sob diferentes fotoperíodos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.3, p.289-297, 2005.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. Meat Science, v.49, n.1, p.29-64, 1998.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.F.; SILVA, L.C. 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.

SAYRE, R.N.; BRISKEY, E. J.; HOESTRA, W.G. Comparison of muscle characteristics and post mortem glycolysis in three breeds of swine. Journal of Animal Science. v.22, n.4, p.1012-1020, 1963.

SCHAEFER, A.L.; MURRAY, A.C.; TONG, A.K.W.; JONES, S.D.M.; SATHER, A.P. The effect of ante mortem electrolyte therapy on animal physiology and meat quality in pigs segregating at the halothane gene. Canadian Journal of Animal Science, p.231-240, v.73, n.2, 1993.

SHEARD, P.R.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Injection the water on polyphosphate into pork to improve juiciness on tenderness after cooking. *Meat Science*, v.51, n.4, p.371-376, 1999.

SILVA, M.L. Efeito de dois métodos de cocção – água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo Semitendinosus. Piracicaba, 2004, 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP).

SMET, M.S.; PAUWELS, H.; BIE, S. Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal, and lairage on pork quality of belgian slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, v.74, n.8, p.1854-1863, 1996.

SMET, S.; BLOEMEN, H.; VOORDE, G. 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.

SMITH D.P.; YOUNG L.L. Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield tenderness an color. *Poultry Science*, v.86, n.12, p. 2666-2670, 2007.

STEINHAUER, J.E. Food phosphates for use in the meat, poultry and seafood industry. *Dairy and Food Sanitation*. v.3, n.7, p.244–247, 1983.

SUTTON, D.S.; BREWER, M.S.; MCKEITHZ, F.K. Effects of sodium lactate and sodium phosphate on the physical and sensory characteristics of pumped pork loins. *Journal of Muscle Foods*, v.8, n.1, p.95-104, 1997.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is sensory property. *Food Quality on preferences*, v.13, n.2, p.215-225. 2002.

URBAIN, W.M.; GIDDINGS, G.G.; BELO, P.S.; BALLANTYNE, W.W. Radiation pasteurization of fresh meats and poultry. 1968. 2p. Report to U.S. Atomic Energy Commission, Washington, D.C.

VAN DER WAL, P.G.; BOLINK, A.H. MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD Pork. *Meat Science*, v.24, n.1, p.79-84, 1988.

VAN LAACK, R.L.J.M.; ESTEVENS, S.G.; STALDER, K.L. The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *Journal of Animal Science*, v.79, n.2, p.392-397, 2001.

VEISETH, E. & KOOHMARAIE, M. Effect of extraction buffer on estimating calpain and calpastatin activity in post mortem ovine muscle. *Meat Science*, v.57, n.3, 325-329, 2001.

WARRIS P.D. Ante mortem handling of pigs. In: *Principles of Pig Science*, University of Nottingham Press p. 425–432, 1994.

WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. The relationship between reflectance (EEL-value) and colour (L\*) in pork loins. *Animal Science*, v.61, n.1 , p.145-147, 1995.

WOELFEL, R.L.; SAMS, A.R. Marination performance of pale broiler breast meat. *Poultry Science*, v.80, n.10, p.1519-1522, 2001.

XARGAYÓ M. Marination of fresh meat by means of spray effect. *Fleischwirtschaft. International*. v.2, n.1, p.70-74, 2001.

YOUNG L.L.; LION C.E. Effect of rigor state and addition of polyphosphate on the color of cooked turkey meat. *Poultry Science*, v.73, p.1149-1152, 1994.

**2   CAPÍTULO II. MARINAÇÃO COM SOLUÇÕES ALCALINAS E A  
QUALIDADE DA CARNE PSE EM SUÍNOS**

Marination with alkaline solutions and PSE pork quality



## 2.1 RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da marinação com soluções alcalinas, sobre características físicas e sensoriais da carne suína normal e PSE. Em um abatedouro comercial aferiu-se o pH das carcaças (n = 526) 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 das carcaças, amostras de carne provenientes do músculo *Longissimus dorsi* de 20 carcaças foram coletadas e distribuídas nos tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x4, sendo duas condições (normal e PSE) e quatro soluções de marinação (TC controle sem marinação; TM1 solução de bicarbonato de sódio e NaCl (pH 8,02); TM2 solução de tripolifosfato de sódio e NaCl (pH 10,34) e TM3 solução de bicarbonato de sódio, tripolifosfato de sódio e NaCl (pH 8,97). As amostras foram avaliadas quanto ao pH, coloração ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), perda por purga (PP), perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e atributos sensoriais (maciez, suculência e sabor). Não houve interação entre a condição da carne e os tratamentos de marinação para os parâmetros avaliados. Carnes PSE não diferiram de carnes normais quanto ao pH final, entretanto apresentaram maior luminosidade, PP, PE, PPC e FC. A marinação aumentou o pH da carne, reduziu a luminosidade, PE, PPC e FC e melhorou a maciez, a suculência e o sabor. Para a maioria das características avaliadas os melhores valores foram observados para carnes marinadas com a mistura dos três sais (TM3), evidenciando o sinergismo entre eles. A marinação com soluções contendo cloreto, bicarbonato e tripolifosfato de sódio foram eficientes em melhorar as características de qualidade da carne suína, tornando as carnes PSE semelhantes à carne normal *in natura*.

**Palavras-chave:** bicarbonato de sódio, cloreto de sódio, salmouras, tripolifosfato de sódio, suínos

## 2.2 ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the effects of marination with alkaline solutions on sensory and physical characteristics of normal and PSE pork. In a commercial slaughterhouse was measured the pH of carcasses ( $n = 526$ ) at 45 minutes after slaughter ( $\text{pH}_{45}$ ), classified them into PSE ( $\text{pH}_{45} < 5.8$ ) or normal ( $\text{pH}_{45} \geq 5.8$ ). After 24 hours of chilling of carcasses, meat samples from the *Longissimus dorsi* muscle from 20 carcasses, were collected and distributed in the treatments in a completely randomized design, in the 2x4 factorial arrangement, being two conditions (normal and PSE) and four solutions of marination (TC control without marination; TM1- sodium bicarbonate and sodium chloride solution (pH 8.02), TM2 sodium tripolyphosphate and sodium chloride solution (pH 10.34) and TM3 sodium bicarbonate, sodium tripolyphosphate and sodium chloride solution (pH 8.97). The samples were evaluated for pH, color ( $L^* a^* b^*$ ), purge loss (PP), exudate loss (PE), cooking loss (PPC), shear force (FC) and sensory attributes (tenderness, juiciness and flavor). There was no interaction between the condition of the meat and the marination treatments on these parameters. The PSE meat did not differ from normal meat as to final pH, however showed higher lightness, PP, PE, PPC and FC. The marination increased the pH of the meat, reduced the lightness, PE, PPC and FC and improved tenderness, juiciness and flavor. For most traits the best values were observed in meat marinated with a mixture of three salts (TM3), demonstrating the synergy between them. The marination with solutions containing chloride, bicarbonate, tripolyphosphate sodium was effective in improving the quality of pork, making PSE meat similar to normal fresh pork.

**Keywords:** salt, sodium bicarbonate, sodium chloride, sodium tripolyphosphate, swine

## 2.3 INTRODUÇÃO

As características sensoriais da carne suína como textura, suculência, cor, sabor e aroma são influenciadas pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão do músculo em carne que, por sua vez, podem afetar características funcionais importantes como a sua capacidade de retenção de água.

Os principais defeitos de qualidade da carne suína resultam de fatores genéticos e ambientais, que juntos 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, varia em função da linhagem e do manejo pré-abate adotado (Van Laack et al., 1995).

A necessidade de se obter linhas genéticas suínas com maior percentagem 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*). A principal causa de desenvolvimento da carne PSE é a decomposição acelerada do glicogênio muscular após o abate, com rápido aumento na concentração de ácido lático, resultando em decréscimo acelerado do pH muscular (Honikel e Kim, 1986). A combinação do pH baixo e da elevada temperatura muscular, causa maior desnaturação das proteínas miofibrilares, reduzindo sua capacidade e estabilidade de retenção de água (Rosenvold et al., 2001).

A carne PSE representa um dos principais problemas de qualidade na indústria suinícola, pois devido ao seu aspecto desagradável e às elevadas perdas de água durante o processamento tornam-se indesejáveis para os consumidores e indústrias de processamento, principalmente por afetar cortes de maior valor comercial, como o lombo e o pernil. A incidência de PSE tem sido reportada variando entre 10 a 50% (Culau et al., 1994, 2002; O'Neill et al., 2003; Maganhini et al., 2007).

Deste modo, a rápida detecção de carnes PSE, bem como a busca por métodos que possam minimizar os seus defeitos, são de suma importância para a indústria suinícola. Pesquisas têm demonstrado a eficiência de alguns ingredientes na melhoria da capacidade de retenção de água e coloração da carne (Young e Lyon, 1994; Barbut et al., 1988; Mottram, 1998; Brewer et al., 1999; Woelfel e Sams, 2001). O cloreto de sódio e polifosfatos são os mais pesquisados, sendo normalmente utilizados em combinação para explorar seus efeitos sinérgicos (Detienne e Wicker, 1999; Jensen et al., 2003; Murphy e Zerby, 2004; Prestat et

al., 2002; Robbins et al., 2003a, 2003b; Vote et al., 2000). Outros trabalhos dão enfoque ao uso de bicarbonato de sódio para minimizar os problemas da carne PSE (Kauffman et al., 1998; Wynveen et al., 2001) e mascarar aromas atípicos e sabores na carne suína (Sindelar et al., 2003a,b).

Uma vez que, a carne suína PSE é caracterizada pela baixa capacidade de retenção de água, a marinação parece ser uma alternativa interessante para minimizar os problemas advindos deste defeito. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da marinação, com soluções de cloreto de sódio, bicarbonato de sódio e tripolifosfato de sódio sobre parâmetros qualitativos da carne suína normal e PSE.

## 2.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados, MS. 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 por dia, sendo parte de sua produção destinada ao mercado interno e parte para exportação, principalmente na forma de produtos industrializados.

Para seleção e coleta das amostras foi realizada uma visita ao abatedouro, no qual os animais foram abatidos conforme tecnologia de produção convencional para suínos (insensibilização por eletronarcose, sangria com os animais mantidos na posição horizontal, escaldagem em água a 59,5°C, evisceração e toaleta final) e mensurou-se o pH de 526 carcaças aos 45 minutos após o abate (pH<sub>45</sub>).

As avaliações do pH<sub>45</sub> foram realizadas por método direto, utilizando-se um peagâmetro portátil (Testo®), 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 13<sup>a</sup> vértebra torácica. A medida do pH<sub>45</sub> foi empregada como parâmetro para a classificação das carcaças. Carcaças cujo pH<sub>45</sub> foi menor ou igual a 5,7 foram classificadas como PSE e aquelas com pH<sub>45</sub> maior que 5,7 classificadas como normais (Gerrard, 1997; Ordóñez et al., 1998; Velazco, 2001).

Do total de carcaças avaliadas foram selecionadas 10 carcaças diagnosticadas como PSE (pH<sub>45</sub> entre 5,6 e 5,7) e 10 carcaças consideradas normais (pH<sub>45</sub> entre 6,0 e 6,2). Após 24 horas de resfriamento em câmara frigorífica, com temperatura entre 0°C e 2°C, as

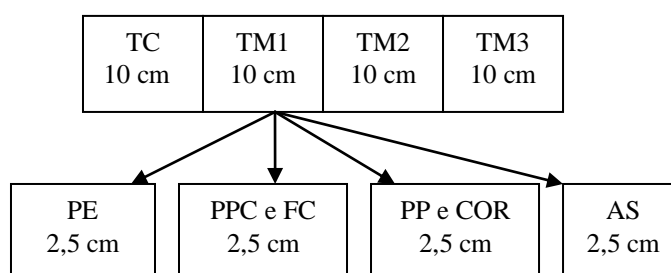
carcaças selecionadas foram novamente avaliadas quanto ao pH (pH final), desossadas e coletados os músculos *Longissimus dorsi* de cada meia carcaça esquerda.

O processo de marinação e as análises da carne foram realizados respectivamente, no Laboratório de Carnes da UFGD e no laboratório de carcaças da Embrapa Gado de Corte (CNPGC) em Campo Grande, MS.

#### 2.4.1 Preparo da amostras, Tratamentos e Delineamento experimental

As amostras foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas condições da carne (PSE e Normal) e quatro tratamentos de marinação (TC tratamento controle sem marinação; TM1 solução de bicarbonato de sódio e cloreto de sódio; TM2 solução de tripolifosfato de sódio e cloreto de sódio; TM3 solução de bicarbonato de sódio, tripolifosfato de sódio e cloreto de sódio).

Os lombos com aproximadamente 45 cm foram padronizados quanto à forma de apresentação, sendo retirada a camada de tecido adiposo subcutâneo aparente e então divididos em quatro partes de aproximadamente 10 cm de comprimento, destinadas cada uma, aleatoriamente, a um dos tratamentos. Cada pedaço de lombo com 10 cm foi subdividido em quatro partes com aproximadamente 2,5 cm para as avaliações físicas e sensoriais. Desta maneira cada lombo recebeu os quatro tratamentos, totalizando 10 repetições por tratamento, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 1.** Distribuição dos tratamentos por lombo nas condições normais e PSE (PE – perda de exsudato, PPC – perda de peso por cozimento, FC – força de cisalhamento, PP – perda por purga, COR – coloração ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) AS – análise sensorial).

#### 2.4.2 Preparo das salmouras

Os ingredientes utilizados na formulação das soluções de marinação foram pesados e identificados, sendo misturados em água à temperatura de 4°C, apenas no momento de sua aplicação na carne. Imediatamente após o preparo das soluções mensurou-se o pH das mesmas.

As soluções foram elaboradas de modo a se obter no produto final 10% de salmoura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição porcentual e pH das salmouras utilizadas no processo de marinação da carne suína normal e PSE

Ingredientes	TM1	TM2	TM3
	% de inclusão		
Água	90,42	90,10	90,10
Cloreto de sódio	6,60	6,60	4,62
Bicarbonato de sódio	1,98	*	1,98
Polifosfato de sódio	*	3,30	3,30
Total	100,0	100,0	100,0
pH da salmoura	8,02	10,34	8,97

### 2.4.3 Processo da marinação

A marinação foi realizada em ambiente climatizado, com temperatura de 13°C, pelo processo de injeção, com auxílio de injetor de salmoura manual de uma agulha. Imediatamente antes da marinação, as amostras foram pesadas e a solução injetada em quantidade de aproximadamente 10% do seu peso inicial, procurando-se distribuir a solução de maneira uniforme por toda a peça (2,5 cm).

Após a injeção as amostras (controle e marinada) foram pesadas, embaladas individualmente em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração à 4°C por 24 horas para equalização das soluções, sendo novamente pesadas após esse período. Todas as amostras com exceção das destinadas para análise de perda de exsudato foram embaladas individualmente a vácuo e armazenadas sob refrigeração a 4°C por 48 horas, até a realização das avaliações.

### 2.4.4 Perda por purga (PP)

A determinação da perda por purga foi realizada por meio da pesagem das amostras imediatamente antes e 24 horas após a injeção das soluções. A diferença observada correspondeu à perda por purga ocorrida durante o período de equalização das soluções injetadas nas carnes. A porcentagem de perda por purga foi determinada conforme a Equação:  $\% PP = (P_i - P_f) / P_i \times 100$ , em que: PP = perda por purga;  $P_i$  = peso imediatamente após a injeção;  $P_f$  = peso após 24 horas de equalização.

#### 2.4.5 Perda de exsudato (PE)

A avaliação da perda de exsudato foi realizada baseada em metodologia descrita por Honikel (1998). As amostras de carnes *in natura* e marinadas foram pesadas, acondicionadas em bandeja de poliestireno de 20 x 10 cm, embaladas com filme plástico e armazenadas com inclinação de 45°, sob refrigeração a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  por 48 horas. Decorrido este período as amostras foram novamente pesadas e determinada a perda por exsudação, com resultados expressos em porcentagem, conforme a Equação:  $\% \text{ PE} = (\text{Pi} - \text{Pf}) / \text{Pi} \times 100$ , em que: PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

#### 2.4.6 Coloração ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )

As amostras foram avaliadas quanto à coloração antes e após a marinação, sendo para isso expostas ao ar por 30 minutos, visando a oxigenação das mesmas (Rosa et al., 2001). A avaliação objetiva da cor foi realizada por meio de colorímetro portátil modelo Minolta CR 410, utilizando-se a escala  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (teor de vermelho) e  $b^*$  (teor de amarelo) do sistema CIELab, com fonte de luz de D65 e ângulo de  $10^\circ$ . 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).

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

A perda de peso por cozimento foi avaliada conforme metodologia proposta por Honikel (1987). As amostras foram assadas em forno elétrico a  $300^\circ\text{C}$ , por 16 minutos, sendo oito minutos de cada lado, alcançando temperatura interna de aproximadamente  $80^\circ\text{C}$ . Após o cozimento foram resfriadas à temperatura ambiente por uma hora e a umidade superficial retirada com papel absorvente, sendo novamente pesadas. A porcentagem de perda de peso por cozimento foi determinada pela diferença entre o peso final e peso inicial da amostra, conforme a Equação:  $\% \text{ PPC} = (\text{Pi} - \text{Pf}) / \text{Pi} \times 100$ , em que: PPC = perda de peso por cozimento; Pf = peso da amostra após cozimento; Pi = peso inicial da amostra.

#### 2.4.8 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, no sentido paralelo às fibras musculares, com auxílio de um vazador. A força de cisalhamento da carne foi mensurada utilizando-se um Texturômetro (TA.XT2i, Stable

Micro Systems), com lâmina Warner-Bratzler, deslocando-se com velocidade de descida de 500mm/min (AMSA, 1995).

#### 2.4.9 Análise Sensorial (AS)

As amostras foram assadas conforme descrito para análises de PPC e realizadas avaliações sensoriais da carne para os parâmetros maciez, sabor e suculência, utilizando-se um painel de sete degustadores treinados, baseando-se na escala hedônica de nove pontos (Figura 2), conforme metodologia descrita por Muller (1997). Antes do preparo das amostras foram tomados novamente o pH das mesmas, conforme metodologia descrita anteriormente.

**Figura 2.** Escala hedônica utilizada para avaliação sensorial das carnes suínas PSE e normal, marinadas e não marinadas

<b>Maciez</b>	<b>Suculência</b>	<b>Sabor</b>
1 - Extremamente dura	Sem suculência	Sabor extremamente desagradável
2 - Muito dura	Muito pouco suculenta	Muito desagradável
3 - Dura	Pouco suculenta	Sabor desagradável
4 - Levemente abaixo da média	Levemente abaixo da média	Levemente desagradável
5 - Macia dentro da média	Suculência dentro da média	Sem sabor
6 - Levemente acima da média	Levemente acima da média	Levemente saborosa
7 - Macia	Suculenta	Saborosa
8 - Muito macia	Muito suculenta	Muito saborosa
9 - Extremamente macia	Extremamente suculenta	Extremamente saborosa

#### 2.4.10 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAS 9.2 (2000), aplicando-se o procedimento GLM (General Linear Model).

As variáveis PP, FC, PPC, pH<sub>24</sub> e cor, tiveram as pressuposições do modelo atendidas (normalidade e homocedasticidade) e foram submetidas ao teste de médias de Tukey a 95% de significância. As variáveis PE e pH da carne no painel sensorial, não tiveram as pressuposições do modelo atendidas (normalidade e homocedasticidade) e foram submetidas ao teste de Kruskal Wallis a 95% de significância. As variáveis PE, PPC e FC, foram submetidas ao teste de contraste de médias a 95% de significância. As variáveis não paramétricas (maciez, sabor e suculência) foram submetidas ao teste de Kruskal Wallis a



95% de significância. Foi realizada a análise de correlação de Pearson entre as características físicas e sensoriais.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre a condição da carne (normal e PSE) e os tratamentos de marinação para nenhum dos parâmetros avaliados. Deste modo, serão discutidos os efeitos principais.

### 2.5.1 Coloração e pH final

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre o pH final das carnes normais e PSE (Tabela 2). Entretanto, o pH final (24h) não é um bom indicador da condição PSE, exceto quando apresenta valores extremos ( $< 5,3$ ) (Bowker et al., 1999). Avaliando a influência do genótipo halotano sobre a qualidade da carne suína, Culau et al. (2002) observaram diferença entre os genótipos (NN, Nn e nn) para o pH inicial da carne (5,91, 5,71 e 5,68, respectivamente), entretanto, esta diferença se extinguiu após o *rigor mortis*, atingindo pH médio de 5,45.

**Tabela 2.** pH e Luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ) da carne suína normal e PSE, antes e após a marinação

	Tratamentos				Condição		
	TC	TM1	TM2	TM3	Normal	PSE	CV%
pH <sub>24</sub> antes	5,47	5,46	5,45	5,44	5,47	5,44	1,68
pH <sub>24</sub> após	5,47b	5,81a	5,88a	5,98a	5,88	5,87	4,13
L*antes	47,28	47,03	48,30	48,69	47,06b	48,59a	6,25
L*após	46,02	46,04	45,63	45,45	45,37	46,20	7,34
a*antes	13,08	12,98	12,91	12,92	13,14	12,81	5,66
a*após	12,67a	12,27a	12,03ab	11,94b	12,40	12,05	6,69
b*antes	2,01	2,05	2,16	2,25	2,06	2,18	32,28
b*após	3,14	3,07	2,71	2,61	2,83	2,93	42,54

Tratamentos: TC = controle não injetado; TM1= bicarbonato e cloreto de sódio; TM2 = tripolifosfato e cloreto de sódio; TM3 = bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey ao nível de 95% de significância.

Carnes PSE apresentaram luminosidade significativamente maior (1,53 unidades) que as carnes normais antes da marinação. No entanto, esta diferença entre os tipos de carne

não foi observada após a injeção das salmouras, indicando que o processo de marinação proporcionou recuperação parcial da coloração de carnes PSE.

A luminosidade pode ser afetada pela quantidade de água presente dentro ou sobre a carne. Carnes PSE possuem menor capacidade de retenção de água, que quando livre nos tecidos reflete a luz de forma dispersa, fazendo que sejam mais claras que a carne normal (Kuo e Chu, 2003). Os baixos valores de ( $L^*$ ) para a carne PSE encontrados nesta pesquisa, talvez possam ser devido a presença de carnes RSE (Róseo-Vermelha, Flácida e Exsudativa), ou seja, que apresentam coloração igual à carne normal e acidez da PSE. Pode ser considerada como RSE a carne que apresentar valores de  $L^* = 48$  e  $pH_{45} \leq 5,7$  (Kim et al., 1995; Warner et al., 1997).

Cabe ressaltar a dificuldade de classificar a carne suína levando-se em consideração o fator cor isoladamente. Observa-se grande variação na literatura quanto aos valores de  $L^*$  considerados para carne suína normal e PSE. A American Meat Science Association (AMSA, 2001) considera valores de  $L^*$  entre 49 e 60 dentro dos padrões de qualidade da carne suína, enquanto para Ramos e Gomide (2007) os valores de  $L^*$  de carnes normais situam-se entre 45 e 53. Estudos de Warner et al. (1997) sugerem que carnes com valores de ( $L^*$ ) superiores a 50 podem ser consideradas PSE.

Não houve diferença significativa para a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) e vermelho ( $a^*$ ) entre as carnes normais e PSE mesmo após o processo de marinação. Esse resultado corrobora os achados de Leach et al. (1996) e Maganhini et al. (2007) que também não observaram diferença nos valores de ( $a^*$ ) nas carnes suínas consideradas PSE e normais. Entretanto esses autores observaram correlação positiva entre a luminosidade e os teores de amarelo, sendo as carnes PSE mais luminosas e mais amarelas que carnes normais.

Observa-se na literatura grande variação nos resultados obtidos para parâmetros de cor da carne suína. Para carnes PSE encontram-se valores de  $L^* = (52,0 \text{ a } 60,9)$ ,  $a^* = (1,15 \text{ a } 8,04)$  e  $b^* = (6,70 \text{ a } 16,90)$  e para carne normal,  $L^* = (42,0 \text{ a } 54,0)$ ,  $a^* = (1,34 \text{ a } 9,70)$  e  $b^* = (6,70 \text{ a } 13,7)$  (Soutton et al., 1997; Van Der Wal et al., 1999; Fischer et al., 2000; Culau et al., 2002; Fernandez et al., 2002; Bridi et al., 2006; Maganhini et al., 2007).

Esta ampla variação entre pesquisas, pode ser atribuída a fatores intrínsecos como a raça ou linhagem do animal ou a fatores extrínsecos como diferentes equipamentos utilizados para medida, calibração adequada dos aparelhos, o ângulo e a fonte de luz, padronização das amostras e diferenças na metodologia empregada.

Independente da condição, o pH da carne antes da injeção com as soluções manteve-se abaixo de 5,5. De acordo com as expectativas, o processo marinação com

soluções alcalinas promoveu aumento significativo do seu pH. O acréscimo em relação ao tratamento controle foi de 0,34 (6,2%), 0,41 (7,5%) e 0,51 (9,3%) para as soluções de bicarbonato e cloreto de sódio (TM1), tripolifosfato e cloreto de sódio (TM2) e tripolifosfato, bicarbonato e cloreto de sódio (TM3), respectivamente. Embora o pH das soluções de marinação tenha variado de 8,02 a 10,34, não houve diferença entre os tratamentos, após a injeção na carne.

Aumentos similares no pH da carne após marinação com polifosfatos e bicarbonatos de sódio, foram reportados por outros pesquisadores (Wynveen et al., 2001; Robbins et al., 2003; Sindelar et al., 2003a,b; Murphy e Zerby, 2004; Sheard e Tali, 2004; Sheard et al., 2005; Roça, 2006).

Não houve efeito da marinação sobre os teores de luminosidade e amarelo da carne. Pesquisas relatam que o aumento do pH implica no decréscimo da luminosidade da carne (Brewer et al., 2006; Chen et al., 2010). Sendo assim, esperava-se observar efeito significativo das soluções de marinação sobre este parâmetro. Ao avaliarem o efeito da marinação com soluções de tripolifosfato e cloreto de sódio em carne suína, Fernández-López et al. (2004) e Wright et al. (2005) não encontraram diferença para a intensidade de amarelo entre a carne marinada e o produto *in natura*.

Os valores observados para  $b^*$ , independentemente da condição ou solução de marinação encontram-se abaixo dos reportados na literatura (Bridi et al., 2006; Maganhini et al., 2007; Rosa et al., 2008). Embora mais altos, os valores reportados por estes pesquisadores também diferem bastante entre si, o que mais uma vez evidencia possível influência de outros fatores sobre os resultados.

A marinação com a mistura de bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio (TM3) reduziu ( $p < 0,05$ ) a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) das amostras de lombo suíno. Este efeito não foi observado quando se utilizou os sais separadamente (TM1 e TM2), levando a inferir que os resultados foram promovidos por ação sinérgica entre eles.

A maior parte dos aditivos utilizados no processamento de produtos cárneos podem causar mudança na cor por alterar o pH e o estado da mioglobina (Fernández-López et al., 2004). Decréscimo da intensidade de vermelho em lombos suínos injetados com tripolifosfato e cloreto de sódio foi observado por Hayes et al. (2006) e Daguer (2009). Em contrapartida, Young e Lyon (1994) verificaram aumento significativo nos valores de  $a^*$  quando marinaram carne de peru com solução de tripolifosfato de sódio.

O pH final da carne foi negativamente correlacionado com a luminosidade e intensidade de amarelo, antes ( $r = -0,39$  e  $r = -0,42$ ) e após ( $r = -0,31$  e  $r = -0,26$ ) a marinação,

indicando que quanto menor o pH mais clara e amarela a carne, e que esse comportamento se mantém mesmo após a injeção de salmouras contendo bicarbonato, polifosfato e cloreto de sódio. Não houve correlação entre o pH final e o teor de vermelho da carne, antes e após a marinação. A luminosidade e o teor de amarelo da carne foram positivamente correlacionados antes ( $r = 0,77$ ) e após ( $r = 0,90$ ) a marinação, indicando que lombos mais pálidos são também mais amarelos.

### 2.5.2 Perdas por purga (PP), exsudato (PE) e por cozimento (PPC)

Carnes PSE apresentaram menor capacidade de retenção das soluções injetadas, perdendo 63% mais líquido por purga (PP) em relação às normais. A perda por exsudação e perda de peso por cozimento foram 30% e 13% maiores, respectivamente, para carnes PSE em relação às normais (Tabela 3).

**Tabela 3.** Perda por purga (PP), perda de exsudato (PE) e perda de peso por cozimento (PPC) das carnes suína normal e PSE, marinadas e não marinadas

	Tratamentos				Condição	
	TC	TM1	TM2	TM3	Normal	PSE
PP (%)	*	2,26±1,0	2,26±0,8	2,27±0,9	1,71±0,8 b	2,79±0,7 a
PE (%)	3,77±2,1 a	3,44±2,0 ba	3,66±2,0 a	2,34±1,6 b	2,87±2,0 b	3,74±2,0 a
PPC (%)	29,51±2,9 a	25,52±4,3 b	25,75±4,8 b	23,15±5,6 b	24,39±5,0 b	27,58±4,4 a

Tratamentos: TC = controle não injetado; TM1= bicarbonato e cloreto de sódio; TM2 = tripolifosfato e cloreto de sódio; TM3 = bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey ao nível de 95% de significância.

Estes resultados estão de acordo com achados de Honikel (1986) e Santos et al. (1994) que relataram maiores perda de água por gotejamento e perda de peso por cozimento em lombos suínos PSE quando comparados aos normais. Outros trabalhos reportaram perda de exsudato 50% superior em carne suína PSE (Lien et al., 2002; Kuo e Chu, 2003). As maiores perdas de água da carne PSE estão relacionadas à velocidade e a extensão do declínio do pH *post mortem*, que têm impacto importante sobre a qualidade da carne, principalmente na capacidade de retenção de água, afetando suas propriedades sensoriais e tecnológicas (NPPC, 2001; NPPC 2002; Toldra, 2003).

Pesquisas demonstraram que 2% na perda de peso proveniente do exsudato liberado pela carne PSE, resulta em crucial perda econômica para o processador (Martens et al., 1982; Gusse, 1996).

Murray e Johnson (1998) relataram que a bisteca de carne suína PSE perde aproximadamente 3% mais água que a carne normal, e estimaram que a condição PSE diminuiu o valor de um suíno em cinco dólares Canadenses. Este fato demonstra a importância de se prevenir os danos e recuperar a qualidade da carne que apresente essa anomalia.

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) para a perda por purga entre as soluções injetadas. Estes valores estão próximos aos encontrados por Daguer (2009) ao avaliar a qualidade da carne suína marinada com tripolifosfato de sódio.

Segundo Miller (1998) a carne suína marinada com soluções contendo polifosfatos tendem a perder significativamente menos líquido por purga. Avaliando lombos suínos marinados com tripolifosfato e cloreto de sódio, Hayes et al. (2006) verificaram que a perda por purga foi reduzida em 25% quando comparados àqueles marinados com água, cloreto de sódio e concentrados protéicos e em 33% em relação a solução contendo água, cloreto de sódio e b-lactoglobulina.

A solução de marinação contendo a mistura de bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio (TM3) reduziu em 37,9% ( $p<0,05$ ) a perda por exsudação da carne em relação à carne não marinada. Não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos controle (TC), bicarbonato e cloreto de sódio (TM1) e cloreto e tripolifosfato de sódio (TM2). Os dados confirmam o efeito sinérgico do cloreto, bicarbonato e tripolifosfato de sódio, com resultados positivos sobre as características tecnológicas da carne suína.

A marinação de carnes com soluções de pH alcalino, obtido por meio de fosfatos e de bicarbonato de sódio reduz a perda de água de constituição pelo incremento da ligação de água e retenção do suco natural (Wong, 1989), tanto para carne pálida como para carnes com padrão normal de qualidade (Mottram, 1998; Woelfel e Sams, 2001).

A perda de peso por cozimento foi reduzida ( $p<0,01$ ) em aproximadamente 16% pelo processo de marinação, não havendo diferença entre as soluções. Embora não significativo, os lombos marinados com a solução de cloreto, bicarbonato e tripolifosfato de sódio (TM3) apresentaram menor perda de peso em relação aos do tratamento controle (21,55%). Valores próximos aos encontrados nesta pesquisa foram reportados por Szerman et al. (2007) e Daguer (2009) que verificaram redução de 23 a 26 % na perda de peso por cozimento de carne suína após a marinação com soluções contendo tripolifosfato de sódio.

A redução na PPC observada pode ser explicada em parte pela interação química entre a água e proteína que ocorre no processo de marinação. Essa interação deve-se a atração das cargas, que são afetadas pelo pH das salmouras. Assim durante o processo de cozimento da carne ocorre a fixação da água através da solidificação do gel protéico onde a água de constituição e a absorvida estão retidas (Xiong, 2005).

Os sais e fosfatos utilizados nas salmouras atuam na fibra muscular despolimerizando os filamentos de miosina e facilitando a dissociação do complexo acto-miosina, aumentando a dissolução protéica. Além disso, sequestram os íons de metais carregados negativamente, deixando as cargas positivas disponíveis para se ligarem a molécula da água, promovendo com isso o aumento da capacidade da carne em reter água (Offer e Trinick, 1983; Xiong, 2005). Segundo Torley et al. (2000) os fosfatos aumentam a força iônica da carne, proporcionando menores perdas de peso por cozimento fazendo com que a carne suína PSE obtenha o mesmo padrão de rendimento que a carne normal não processada.

### 2.5.3 Força de Cisalhamento

A condição da carne e o processo de marinação exerceram efeito ( $p < 0,05$ ) sobre a força de cisalhamento (Tabela 4). A carne normal apresentou menor resistência ao corte, que a carne PSE.

**Tabela 4.** Força de cisalhamento (FC) das carnes suína normal e PSE, marinadas e não marinadas

	Tratamentos				Condição	
	TC	TM1	TM2	TM3	Normal	PSE
FC (kgf)	4,36±1,0 a	2,46±0,7 b	2,91±1,0 b	2,31±0,3 b	2,71±1,0 b	3,32±1,3 a

Tratamentos: TC = controle não injetado; TM1= bicarbonato e cloreto de sódio; TM2 = tripolifosfato e cloreto de sódio; TM3 = bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey ao nível de 95% de significância.

Os lombos PSE apresentaram maior valor de força de cisalhamento, provavelmente em função do maior percentual de umidade perdido durante todo o processo (do abate ao cozimento).

Considerando os valores obtidos para ambas as condições, os lombos podem ser considerados com maciez adequada para carne suína. Para Iversen et al. (1995) o valor

limite entre a maciez e a dureza da carne suína, mensurado por meio do aparelho Shear Force, é de 6,0 kgf, entretanto, o National Pork Producers Council - NPPC (1999) preconiza valor limite de 3,2 kgf. Ou seja, em média as carnes avaliadas na presente pesquisa podem ser consideradas com maciez adequada para carne suína.

A marinação reduziu em aproximadamente 41 % a força de cisalhamento da carne. Embora não tenha ocorrido diferença estatística entre as distintas soluções, observa-se que a solução contendo a mistura de bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio (TM3) proporcionou menores valores, da ordem de 47% inferior ao tratamento controle. Sheard e Tali (2004) verificaram redução de até 50% na força de cisalhamento, indicando acentuada melhoria na maciez da carne suína marinada com salmouras alcalinas.

Os valores alcançados neste estudo estão próximos a faixa de valores reportados na literatura (1,46 a 2,89 kgf) para carne suína marinada com tripolifosfato e cloreto de sódio (Sindelar et al., 2003; Daguer, 2009).

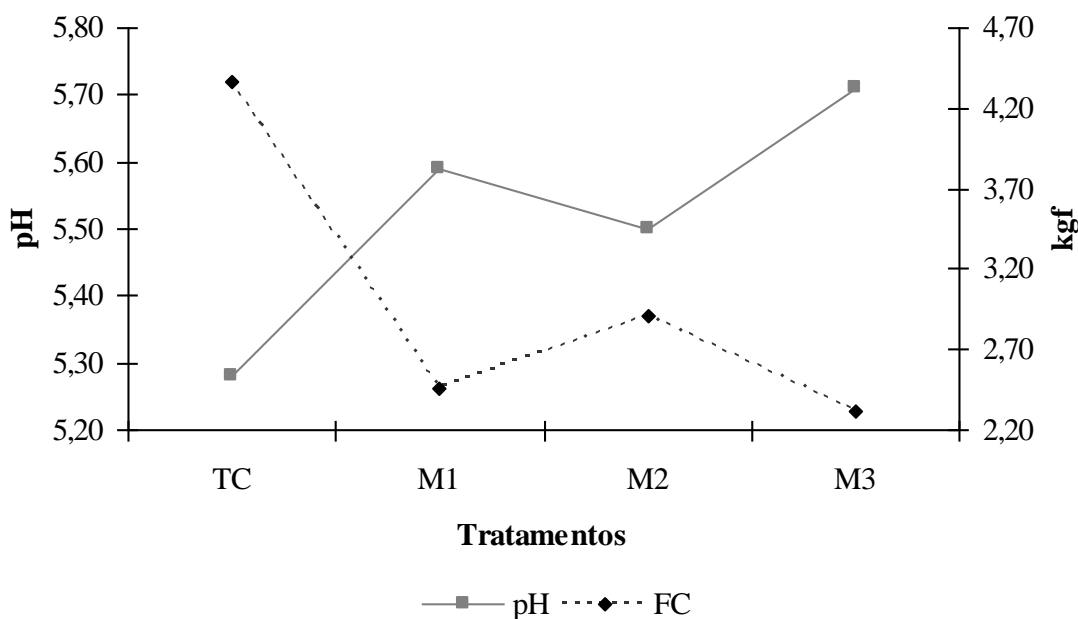
A marinação com solução de tripolifosfato e cloreto de sódio melhora a textura das fibras da carne suína, tornando-as mais macias (Brewer et al., 1999). De modo geral, um dos mecanismos mais evidentes na redução da força de cisalhamento após a aplicação das salmouras é o edemaciamento e relaxamento das fibras musculares. Esse edemaciamento é potencializado com o uso de salmouras alcalinas, obtidas a partir da utilização de sais fosfóricos, bicarbonatos, cloretos de sódio e principalmente da associação entre eles (Sheard e Tali, 2004; Szerman et al., 2007; Vaudagna et al., 2008; Xu et al., 2009).

O cloreto de sódio presente nas soluções também exerce importante participação na maciez da carne, por atuar na extração e solubilização das proteínas musculares e emulsificação das gorduras, contribuindo com o aumento da capacidade de retenção de água, melhorando a maciez e a textura da carne (Sañudo et al., 1998; Baublits et al., 2006).

O enfraquecimento das miofibrilas pela atuação do bicarbonato de sódio não é bem esclarecido embora, seja claro que a redução na força de cisalhamento tem sido semelhante à alcançada com cloreto de sódio e fosfato (Offer e Knight, 1988), fato evidenciado no presente estudo.

A força de cisalhamento da carne foi inversamente proporcional ao seu pH final, (48 horas após submetidas ao processo de marinação), conforme observado na Figura 3.

Esses resultados concordam com achados de outros pesquisadores, demonstrando que o uso de salmouras alcalinas melhoram as características físicas da carne por elevarem seu pH (Wynveen et al., 2001; Sheard e Tali, 2004; Baublits et al., 2006; Szerman et al., 2007; Bertram et al., 2008).



**Figura 3.** Força de cisalhamento e pH das carnes suína marinadas e não marinadas

#### 2.5.4 Contraste de interesse (carne normal *in natura* X carnes PSE marinadas)

A marinação de carnes PSE proporcionou redução ( $p < 0,05$ ) de até 37,05 % na força de cisalhamento, quando comparadas à carne normal *in natura* (sem marinação). Carnes PSE marinadas com a solução de tripolifosfato e cloreto de sódio (TM2) apresentaram valores de FC semelhantes aos da carne normal fresca (Tabela 5).

Comparando as características físicas das carnes PSE marinadas com as da carne suína normal *in natura*, observou-se que o processo de marinação recuperou a qualidade da carne PSE tornando-a semelhante ou melhor que a carne normal não marinada.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) para a perda de exsudato e perda de peso por cozimento entre as carnes PSE marinadas e as carnes normais *in natura*, demonstrando que a injeção de soluções alcalinas contendo bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio, tanto individualmente como em associação, melhoraram as características físicas da carne PSE, aproximando-as dos padrões de qualidade da carne normal.



**Tabela 5.** Força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE) e perda de peso por cozimento (PPC) da carne suína normal *in natura* e carne PSE marinada com diferentes soluções alcalinas

	<b>Controle Normal</b>	<b>TM1 PSE</b>	<b>TM2 PSE</b>	<b>TM3 PSE</b>	<b>P value</b>
FC (kgf)	3,86a ± 0,84	2,75bc ± 0,83	3,22ac ± 0,94	2,43bc ± 0,68	0,006
PE (%)	3,74 ± 1,27	4,19 ± 1,61	3,84 ± 1,82	2,76 ± 1,32	0,837
PPC (%)	28,43 ± 2,21	25,95 ± 6,56	27,38 ± 6,85	25,03 ± 4,54	0,246

Tratamentos: controle = carne normal não marinada; TM1= Carne PSE marinada com bicarbonato e cloreto de sódio; TM2 = Carne PSE marinada com tripolifosfato e cloreto de sódio; TM3 = Carne PSE marinada com bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio. Médias seguidas letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo contraste de médias ao nível de 95% de significância.

### 2.5.5 Avaliação Sensorial (AS)

Não houve efeito significativo da condição da carne sobre os parâmetros de maciez, suculência e o sabor, avaliados pelo painel sensorial (Tabela. 6).

**Tabela 6.** Características sensoriais da carne suína normal e PSE, marinadas e não marinadas

	<b>Tratamentos</b>				<b>Condição</b>	
	<b>TC</b>	<b>TM1</b>	<b>TM2</b>	<b>TM3</b>	<b>Normal</b>	<b>PSE</b>
Maciez	6,28±0,5 c	7,76±0,7 b	7,90±0,6 ab	8,23 ±0,5 a	7,66± 0,9	7,42± 0,9
Sabor	6,24±0,4 b	7,66±0,4 a	7,64±0,4 a	7,87 ±0,4 a	7,33± 0,7	7,38± 0,8
Suculência	5,73±0,6 b	7,31±0,5 a	7,40±0,5 a	7,63±0,4 a	7,00± 1,0	7,04± 0,8

Tratamentos: TC = controle não injetado; TM1= bicarbonato e cloreto de sódio; TM2 = tripolifosfato e cloreto de sódio; TM3 = bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio. Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey ao nível de 95% de significância.

Uma vez que a capacidade de retenção de água influencia diretamente as características sensoriais da carne, esperava-se encontrar diferenças entre a carne normal e PSE, especialmente para maciez e suculência.

Embora a avaliação instrumental da maciez tenha detectado diferença para força de cisalhamento entre as carnes normal e PSE, esta não foi perceptível no painel sensorial.

Avaliando por meio de painel de degustadores a maciez da carne suína classificada como normal e PSE, Moelich et al. (2003) também não encontraram diferenças entre elas.

Porém quando avaliaram a suculência, verificaram menores escores de nota para a carne dos animais sensíveis ao estresse (nn).

Estudos de Josell et al. (2003) demonstraram que a carne dos animais portadores do gene Rendimento Napoli (RN) (animais com pré disposição a condição PSE) foram menos macias e suculentas quando comparadas ao dos não portadores.

O sabor da carne não foi influenciado pela condição. Este resultado está de acordo com os achados de Jossell et al. (2003), porém diferem dos resultados encontrados por Warriss (1994) em que o sabor da carne suína PSE foi pior que a carne suína normal.

Os parâmetros sensoriais da carne suína podem ser influenciados por vários fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal. A condição PSE está associada a esses dois fatores, resultando em carnes com menor aceitação sensorial, entretanto, esse efeito não foi detectado neste estudo.

O processo de marinação melhorou significativamente a maciez da carne suína, avaliada pelo painel sensorial. A solução com bicarbonato, tripolifosfato e cloreto de sódio (TM3) promoveu maior maciez aos lombos, sendo classificados como macios a muito macios. Lombos suínos marinados com cloreto e polifosfatos de sódio foram considerados mais macios comparados com os não marinados (Brashear et al., 2002, Prestat et al., 2002, Baublits et al., 2006). A maior maciez é devido a uma combinação de maior teor de água e uma estrutura muscular enfraquecida pela ação dos sais, que ao elevarem o pH aumentam a força iônica dissociando o complexo actomiosina (Detienne e Wicker, 1999). Evidenciou-se nesta pesquisa, efeito sinérgico positivo entre os sais, melhorando consideravelmente a maciez da carne suína, concordando com estudos de Froning e Sackett (1985).

A marinação melhorou ( $p < 0,01$ ) o sabor da carne, independentemente da solução utilizada e os painelistas atribuíram valores de sete a oito da escala hedônica, classificando-as entre saborosa a muito saborosa

O desafio desse processo tem sido balancear a quantidade de cloreto de sódio com a quantidade de fosfatos a ser adicionada para atingir a máxima CRA, sem, todavia, conferir sabor salgado ou desagradável a carne (Miller, 2001).

Em contrapartida, Kauffman et al. (1998) não observaram diferenças entre o sabor das carnes injetadas com sais alcalinos e carnes não injetadas. Segundo Keeton (2001) o excesso de fosfato pode causar sabores indesejáveis e textura emborrachada. Esse efeito não foi observado, provavelmente devido à quantidade de fosfato utilizado estar dentro dos limites recomendados pela legislação brasileira, que permite o emprego de no máximo 0,5% de fosfatos em produtos cárneos (Brasil, 1997; 1998).

A marinação melhorou a suculência da carne ( $p < 0,01$ ) quando comparada ao tratamento controle, não havendo, entretanto, diferenças entre as diferentes soluções utilizadas. Confirmando os resultados encontrados por Keeton (1983), Matlock et al. (1984), Brewer et al. (1999), Smith et al. (2002), Hayes et al. (2006) que também demonstraram que lombos suínos marinados com soluções alcalinas apresentaram melhora na suculência.

As carnes não marinadas (TC) foram consideradas com suculência dentro da média, enquanto as marinadas obtiveram escores considerados de suculentos a muito suculentos.

A maior suculência dos lombos suínos marinados pode ser explicada parcialmente em função da redução da perda de água de exsudato e de cozimento, promovida pelas salmouras alcalinas. Esses sais são utilizados como agentes higroscópicos para aumentar a capacidade da carne em absorver e reter umidade, afetando positivamente as características sensoriais (Sheard et al., 1999; Brashear et al., 2002; Baublits et al., 2006; Smith e Young, 2007; Sultana et al., 2008; Xu et al., 2009).

#### **2.5.6 Correlações entre características físicas e sensoriais**

Foram verificadas correlações ( $p < 0,01$ ) negativas entre o pH e as características físicas da carne (PE, FC e PPC) (Tabela 7), indicando que quanto menor o pH da carne menor sua capacidade de retenção de água e maior a força necessária para o rompimento das fibras (FC). As variáveis maciez, suculência e sabor apresentaram correlações positivas ( $p < 0,01$ ) com o pH da carne, evidenciando que ao se elevar o pH melhora-se as características qualitativas sensoriais da mesma. No entanto, apesar de significativas as correlações foram de baixa magnitude. Outras pesquisas demonstraram maiores valores de correlação entre o pH e a maciez e suculência da carne suína marinada, avaliada por painel sensorial (Sheard e Nute, 2005).

A perda de exsudato e a perda de peso por cozimento foram negativamente correlacionadas com a maciez e suculência da carne, demonstrando que a capacidade da carne em reter sua umidade durante o processamento tem efeito significativo sobre seus parâmetros sensoriais.

A correlação positiva observada entre a força de cisalhamento e a perda de exsudato e perda de peso por cozimento, deixa evidente que a menor capacidade de retenção de água proporciona lombos mais duros. Segundo Moelich et al. (2003) quanto maior a quantidade de líquido desprendida durante o processamento, mais seca e resistente ao corte será a carne. Estes autores encontraram correlação ( $r = 0,58$ ) entre a perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.

**Tabela 7.** Correlações entre as características sensoriais e físicas da carne suína normal e PSE após a marinação com soluções alcalinas.

	pH	PE	MAC	SUC	SA	FC	PPC
pH	1						
PE	- 0,41*	1					
MAC	0,30*	-0,44*	1				
SUC	0,36*	-0,41*	0,91*	1			
SAB	0,39*	-0,12	0,63*	0,63*	1		
FC	- 0,38*	0,45*	-0,68*	-0,57*	-0,50*	1	
PPC	- 0,35*	0,50*	-0,54*	-0,49	-0,34	0,59*	1

\* P<0,01; NS = não significativo. Perda de exsudato (PE), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), suculência (SUC), maciez (MAC), sabor (SAB).

A maciez, suculência e sabor da carne foram alta e negativamente correlacionados com a força de cisalhamento. Esses efeitos foram observados por Moelich et al. (2003) verificaram correlação negativa entre a força de cisalhamento e a maciez avaliada pelo painel sensorial

A suculência, a maciez e o sabor foram positivamente correlacionados entre si. Juntamente com a maciez, a suculência é um dos atributos de qualidade mais desejados pelos consumidores (Xu et al., 2009). Carnes com melhor graduação de suculência avaliada por equipes de provadores podem ser correlacionadas com os produtos de melhor aceitação pelos consumidores, por serem mais saborosas (Bryhni et al., 2003).

Por outro lado, Sheard et al. (2005) encontraram correlação alta e negativa entre o sabor e a maciez e suculência de lombos suínos marinados com solução de bicarbonato e polifosfato de sódio. Entretanto, os pesquisadores utilizaram soluções comerciais com potencial de melhorar as características físicas da carne, porém com reconhecida capacidade de gerar sabor residual levemente desagradável na carne.

As características físicas avaliadas apresentaram correlações (p<0,01) negativas com as características sensoriais, demonstrando a alta eficiência do painel sensorial em avaliar as características qualitativas da carne suína.

## 2.6 CONCLUSÕES

A carne suína tem suas características sensoriais e tecnológicas melhoradas após a marinação com soluções alcalinas, contendo bicarbonato de sódio, tripolifosfato de sódio e cloreto de sódio. A associação dos sais promove efeito sinérgico, potencializando os resultados.

As características negativas da carne suína PSE podem ser melhoradas quando submetidas ao processo de marinação com soluções contendo bicarbonato, tripolifosfatos e cloreto de sódio, tornando-as com padrão de qualidade semelhante ao de carnes normais.

## 2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AMSA** - American Meat Science Association. Meat Evaluation Handbook, American Meat Science Association, Savoy, IL. 2001.

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

**BARBUT, S.; MAURER, A.J.; LINDSAY, R.C.** Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. *Journal of Food Science*, v.53, n.1, p.62– 66, 1988. doi: 10.1111/j.1365-2621.1988.tb10178.x

**BAUBLITS, R.T.; MEULLENET, J.F.; SAWYER, J.T.** et al. Pump rate and cooked temperature effects on pork loin instrumental, sensory descriptive and consumer-rated characteristics. *Meat Science*, v.72, n.4, p.741-750, 2006. doi:10.1016/j.meatsci.2005.10.006

**BERTRAM, H.C.; MEYER, R.L.; WU, Z;** et al. Water Distribution and Microstructure in Enhanced Pork. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.56, v.16, p.7201–7207, 2008. doi: 10.1021/jf8007426

**BOWKER, B.C.; WYNVEEN, E.J.; GRANT, A.L.** et al. Effects of electrical stimulation on early postmortem muscle pH and temperature declines in pigs from different genetic lines and halothane genotypes. *Meat Science*, v.53, n.2, p.125-133, 1999. doi:10.1016/S0309-1740(99)00043-1

**BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.** Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Regulamento da Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, aprovado pelo

decreto n. 30.361 de 29/12/1952 e alterado pelos decretos n° 1255; 1236; 1812 e o 2244 em de 04/06/1997. Brasília, 1997, 241p.

**BRASIL, Ministério da Saúde.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Atribuição e função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 – Carne e Produtos Cárneos. Aprovada pela portaria n° 1004 de 11 de dezembro de 1998. Brasília – DF.

**BRASHEAR, G.; BREWER, M.; MEISINGER, D.** et al. Effect of raw material pH, pump level and pump composition on quality characteristics of pork. *Journal of Muscle Foods*, v.13, n.3, p.189-204, 2002. doi: 10.1111/j.1745-4573.2002.tb00330.x

**BREWER, M.S.; GUSSE, M.; MCKEITH, F.K.** effects of injection of a dilute phosphate-salt solution on pork characteristics from PSE, normal and DFD carcasses. *Journal Food Quality*, v.22, n.4, p.375-385, 1999.

**BREWER, M.S.; NOVAKOFSKI, J.; FREISE, K.** Instrumental evaluation of pH effects on ability of pork chops to bloom. *Meat Science*, v.72, n.4, p.596-602, 2006. doi:10.1016/j.meatsci.2005.09.009

**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. doi: 10.1590/S1516-35982006000700021

**BRYHNI, E.A.; BYRNE, D.V.; RODBOTTEN, M.** et al. Consumer and sensory investigations in relation to physical/chemical aspects of cooked pork in Scandinavia. *Meat Science*, v.65, n.2, p.737–748, 2003.

**CHEN, T.; ZHOU, G.H.; XU, X.L.** et al. Phospholipase A2 and antioxidant enzyme activities in normal and PSE pork. *Meat Science*; v.84, n.1, p. 143–146, 2010. doi:10.1016/S0309-1740(02)00276-0

**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.; LOPEZ, J.; RUBENSAM, J.M.** et al. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.954-961, 2002. doi: 10.1590/S1516-35982002000400019

**DAGUER, H.** Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno. 2009. 187f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, PR.

**DETIENNE, N. A.; WICKER, L.** Sodium chloride and tripolyphosphate effects on physical and quality characteristics of injected pork loins. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 64, n.6, p. 1042-1047, 1999. doi: 10.1111/j.1365-2621.1999.tb12278.x

**FERNANDEZ, X.; NEYRAUD, E.; ASTRUC, T.** et al. Effects of halothane genotype and pré – slaughters treatment on pig meat quality. Part. I. Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of M. Longissimus Lomborum. *Meat Science*, v.62, n.4, p. 429 – 437, 2002. doi:10.1016/S0309-1740(02)00034-7

**FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A.** et al. Effect of sodium chloride, sodium tripolyphosphate and pH on color properties of pork meat. *Color Research & Application*, v.29, n.1, p.67–74, 2004. doi: 10.1002/col.10215

**FISCHER, 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, n.2, p.97-105, 2000. doi:10.1016/S0309-1740(99)00077-7

**FRONING, G.W.; SACKETT, B.** Effect of Salt and Phosphates During Tumbling of Turkey Breast Muscle on Meat Characteristics. *Poultry Science*. v.64, n.7, p.1328-1333, 1985. 10.3382/ps.0641328

**GERRARD, D.E.** Pork quality: beyond the stress gene. Department of Animal Sciences .Purdue University. West Lafayette, Indiana 47907, 1997. Disponível em: < <http://www.nsif.com/conferences/1997/gerrard.htm> > Acesso em: 01/04/2011

**GUSSE, M.D.** A.Comparison and Prediction of Carcass and Cut Moisture Loss for PSE, normal, and DFD pork. M.Sc Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, 1996.

**HAYES, J.E.; DESMOND, E.M.; TROY, D.J.** et al. The effect of enhancement with salt, phosphate and milk proteins on the physical and sensory properties of pork loin. *Meat Science*; v.72, n.3, p.380–386, 2006. doi:10.1016/j.meatsci.2005.05.009

**HOFFMAN L.C.; MULLER M.; VERMAAK, A.** Sensory and preference testing of selected beef muscles infused with a phosphate and lactate blend. *Meat Science*; v.80, n.4, p.1055- 1060, 2008. doi:10.1016/j.meatsci.2008.04.025

**HONIKEL, K.O.; KIM, C.J.** Causes of development of PSE pork. *Fleischwirtschaft*, v.66, n.3, p.349-353, 1986.

**HONIKEL, K.O.** The water binding of meat. *Fleischwirtschaft*, v.67, n.2, 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.

**IVERSEN, P.; HENCKEL, P; LARSEN, L.M.** et al. Tenderization of pork as affected by degree of cold-induced shortening. *Meat Science*, v.40, n.2, p.171-181, 1995. doi:10.1016/0309-1740(94)00045-9

**JENSEN, J.M.; PRESTAT, C.; RYAN, K.J.** et al. Enhancement solution effects on shelf-life, color and sensory characteristics of pork chops during retail display. *Journal of Food Quality*, v.26, n.4, p.271-283, 2003. doi: 10.1111/j.1745-4557.2003.tb00245.x

**JOSELL, A., SETH, G.V., TORNBERG, E.** Sensory quality and the incidence of PSE of pork in relation to crossbreed and RN phenotype. *Meat Science* v.65, n.1, p.651–660, 2003. doi:10.1016/S0309-1740(02)00268-1

**KAUFFMAN, R.G.; VAN LAACK, R.L; RUSSELL, R.L.** et al. Can pale, soft, exudative pork be prevented by postmortem sodium bicarbonate injection? *Journal of Animal Science*, v.76, n.12, p.3010–3015, 1998.

**KEETON, J.T.** Effects of fat and NaCl/phosphate levels on the chemical and sensory properties of pork patties. *Journal of Food Science*, v.48, n.3, p.878–881, 1983. doi: 10.1111/j.1365-2621.1983.tb14921.x

**KEETON, J.T.** Formed and emulsion products. In: SAMS, A. (Ed.). *Poultry Meat Processing*. Boca Roton: CRC Press LLC, 2001 Chop. 12, p. 195-226.

**KIM, B.C.; KAUFFMAN, R.G.; NORMAN, J.M.** et al. Mensuring water holding capacity in pork musculature with a tensiometer. *Meat Science*, v.39, n.3, p. 363-374, 1995.

**KUO, C.C.; CHU, C.Y.** Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, v.64, n.4, p.441–449, 2003. doi:10.1016/0309-1740(94)00014-X

**LEACH, L.M.; ELLIS, M.; SUTTON, D.S.** 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.; HUNT, M.C.; ANDERSON, S.** et al. Effects of endpoint temperature on the internal color of pork patties of different myoglobin form, initial cooking state, and quality. *Journal of Food Science*, v.67, n3, p.1011–1015, 2002. 10.1111/j.1365-2621.2002.tb09445.x
- MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L.** 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. doi: 10.1590/S0101-20612007000500012
- MARTENS, H.; STABUBURVIK, E.; MARTENS, M.** Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal desnaturation of muscle proteins. *Journal of Texture Studies*, v.13, n. 3, p.291-309, 1982. doi: 10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x
- MATLOCK, R.G.; TERRELL, R.N.; SAVELL, J.W.** et al. Factors affecting properties of precooked-frozen pork sausage patties made with various NaCl / phosphate combinations. *Journal of Food Science*, v.49, n.5, p.1372–1375, 1984. doi: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb14993.x
- MILLER, R.** Functionality of non-meat ingredients used in enhanced pork. USA: National Pork Board, 2001.
- MOELICH, E.I.; HOFFMAN, L.C.; CONRADIE, P.J.** Sensory and functional meat quality characteristics of pork derived from three halothane genotypes. *Meat Science*; v. 63, n.3 , p. 333–338, 2003. doi:10.1016/S0309-1740(02)00090-6
- MOTTRAM, D.S.** The chemistry of meat flavour. In F. Shahidi (Ed.), *Flavor of meat, meat products, and seafoods*. Blackie Academic and Professional, p. 5-26, 1998.
- MULLER, L.** Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos. Edição revisada 1987, departamento de zootecnia UFSM - RS.
- MURPHY, M.A.; ZERBY, H.N.** Prerigor infusion of lamb with sodium chloride, phosphate and dextrose solutions to improve tenderness. *Meat Science*, v.66, n.2, p.343–349, 2004. doi:10.1016/S0309-1740(03)00109-8
- MURRAY, A.C.; JOHNSONS, C.P.** Impact of the halothane gene on muscle quality and pre-slaughter deaths in Western Canadian pigs. *Journal of Animal Science*. v. 78, n.4, p. 543-548, 1998. doi: 10.4141/A97-122
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC).** Pork quality targets. 1999. Disponível em: <<http://www.nppc.org/facts/targets.html>> Acessado em Setembro de 2010.

**NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC).** The Role of Carcass Chilling in the Development of Pork Quality, Des Moines IA, 50306, USA, 2001.

**NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC).** Water-Holding Capacity, National Pork Board, Des Moines IA, 50306, USA, 2002.

**O'NEILL D.J.; LYNCH, P.B.; TROY, D.J.** et al. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat .Meat Science, v.64, n.2, p.105-111, 2003. doi:10.1016/S0309-1740(02)00116-X

**OFFER, G.; KNIGHT, P.** The structural basis of water holding in meat. Part. General principles and water uptake in meat processing. In R.A. Lawrie (Ed.), Developments in meat science. London: Elsevier Applied Science Publishers, n.4, p.63–171, 1988.

**OFFER, G.; TRINICK, L.** On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. Meat Science, v.8, n.4, p.245-281, 1983. doi:10.1016/0309-1740(83)90013-X

**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; p.169-186, 1998.

**PRESTAT, C.; JENSEN, J.; MCKEITH, F.K.** et al. Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin chops. Meat Science, v.60, n.4, p.395-400, 2002. doi:10.1016/S0309-1740(01)00150-4

**RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M.** Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e Metodologias. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2007. 599 p.

**ROBBINS, K.; JENSEN, J.; HOMCO-RYAN, C.** et al. Dietary vitamin E supplementation effects on the color and sensory characteristics of enhanced beef steaks. Meat Science, v.64, n.3, p.279-285. 2003a. doi:10.1016/S0309-1740(02)00198-5

**ROBBINS, K.; JENSEN, J.; HOMCO-RYAN, C.** et al. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. Meat Science, v.65, n.2, p.721-729, 2003b. doi:10.1016/S0309-1740(02)00274-7

**ROÇA, R.O.** Desenvolvimento de método para avaliação da absorção de água em carcaças e cortes de frangos. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2006. 10f. Disponível em <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes>>. Acesso em 19/12/2010.

**ROSA, A.F.; SOBRAL, P.J.A.; LIMA, C.G.** et al. Determinação das características físico químicas da carne de suínos em fase de crescimento. *Revista TeC Carnes*, v.3, n.1, p.13-18, 2001. Disponível em: <<http://comciencia.br/teccarnes/artigos.htm>>. Acesso em: 01/02/2011

**ROSA, A.F.; GOMES, J.D.F.; MARTELLI, M.R.** et al. Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. *Ciência Rural*, v.38, n.5, 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000500031

**ROSENVOLD, K.; LAERKE, H.N.; JENSEN, S.K.** et al. Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. *Meat Science*, v.59, n.4, p.397-406, 2001. doi:10.1016/S0309-1740(01)00092-4

**SAS, STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM 2000** – Copyrigh 2000 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

**SANTOS C.; ROSERIO L.C.; GONÇALVES H.** et al. Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: A survey. *Meat Science*, v.38, n.2, p. 279-287, 1994. doi:10.1016/0309-1740(94)90117-1

**SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M.** Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, v.49, n.1, p.29-64, 1998. doi:10.1016/S0309-1740(98)90037-7

**SHEARD P.R.; NUTE G.R.; RICHARDSON R.I.** Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. *Meat Science*, v.51, n.4, p. 371-376, 1999. doi:10.1016/S0309-1740(98)00136-3 |

**SHEARD, P.R.; TALI, A.** Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. *Meat Science*, v.68, n.2, p.305-311, 2004. doi:10.1016/j.meatsci.2004.03.012

**SHEARD, P.R.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.** et al. Effects of breed and marination on the sensory attributes of pork from Large White and Hampshire-sired pigs. *Meat Science*, v.70, n.4, p.699–707, 2005. doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.006

**SINDELAR, J.J.; PROCHASKA, F.; BRITT, J.** et al. Strategies to eliminate atypical flavours and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level. *Meat Science*, v.65, n.4, p.1211-1222, 2003a. doi:10.1016/S0309-1740(03)00027-5

**SINDELAR, J.J.; PROCHASKA, F.; BRITT, J.** et al. Strategies to eliminate atypical aromas and flavors in sow loins – part II: consumer acceptance of loins marinated with sodium tripolyphosphate and sodium bicarbonate. *Meat Science*, v.65, n.4, p.1223-1230, 2003b. doi:10.1016/S0309-1740(03)00028-7

**SMITH D.P.; YOUNG L.L.** Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield tenderness and color. *Poultry Science*, v.86, n.12, p.2666-2670, 2007. doi:10.3382/ps.2007-00144

**SMITH, K.R.; SCANGA, J.A.; BELK, K.E.** et al. Tenderness and sensory traits of branded, enhanced and nonenhanced pork loin chops. *Animal Sciences Research Report*. Department of Animal Sciences, Colorado State University; 2002.

**SOUTTON, D.S.; ELLIS, M.; LAN, Y.** et al. Influence of slaughter weight and stress gene genotype on the water-holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles. *Meat Science*. v.46, n.2, p.173 – 180, 1997. doi:10.1016/S0309-1740(97)00006-5 |

**SULTANA A.; NAKANISHI, A.; ROY, B.C.** et al. Quality Improvement of Frozen and Chilled Beef *biceps femoris* with the Application of Salt-bicarbonate Solution. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 21, n.6, p.903-911, 2008.

**SZERMAN, N.; GONZALEZ, C.B.; SANCHO, A.M.** et al. Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of sous vide cooked beef. *Meat Science*, v.76, n.3, p.463-473, 2007. doi:10.1016/j.meatsci.2007.01.001

**TOLDRÁ, F.** Muscle Foods: Water, Structure, and Functionality. *Food Science and Technology International*, v.9, n.3, p.173-177, 2003. doi: 10.1177/1082013203035048

**TORLEY, P.J.; D'ARCY, B.R.; TROUT, G.R.** The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. *Meat Science*, v. 55, n.4, p. 451-462, 2000. doi: 10.1016/S0309-1740(00)00004-8

**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, n.2, p.101-106, 1999. doi:10.1016/S0309-1740(99)00039-X

**VAN LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G.; POLIDORI, P.** Evaluating pork carcasses for quality. National Swine Improvement federation Annual Meeting, December,

1995. Disponível em: <<http://mark.asci.nc-su.edu/nsif/95proc/evaluating.htm>> Acesso em: 01/10/2010.

**VAN LAACK, R.L.J.M.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.** et al. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, v. 79, n.7, p. 1057-1061, 2000.

**VAUDAGNA, S.R.; RAZOR, A.A.; GUIDI, S.M.** et al. Effect of salt addition on *Sous Vide* cooked whole beef muscles from Argentina. *Meat Science*, v. 79, n.3, p. 470-482, 2008. doi:10.1016/j.meatsci.2007.11.001

**VELAZCO, J.** Prevención de PSE en carne de cerdo. *Revista CarneTec*, v.8, p.28-34, 2001.

**VOTE, D.J.; PLATTER, W.J.; TATUM, J.D.** et al. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium tripolyphosphate, sodium lactate, and sodium chloride to enhance palatability. *Journal of Animal Science*, v.78, n.4, p.952-957, 2000.

**WARNER, R.D.; KAUFFMAN, R.G.; GREASER, M.L.** Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. *Meat Science*, v.45, n.3, p.339-352, 1997. doi:10.1016/S0309-1740(96)00116-7

**WOELFEL R.L, SAMS A.R.** Marination performance of pale broiler breast meat. *Poultry Science*, v.80, n.10, p.1519-1522, 2001.

**WONG, D.W.S.** Additives. In: *Mechanism and Theory in Food Chemistry*, Dominic, W.S. and D.W.S. Wong (Eds.). Van Nostrand Reinhold, New York, p.314–334, 1989.

**WRIGHT, L.I.; SCANGA, J.A.; BELK, K.E.** et al. Benchmarking value in pork supply chain: Characterization of US pork in the retail marketplace. *Meat Science*, v.71, n.3, p.451-463, 2005. doi:10.1016/j.meatsci.2005.04.024

**WYNVEEN, E.J.; BOWKER, A.L.; GRANT, A.L.** et al. Pork quality is affected by early postmortem phosphate and bicarbonate injection. *Journal of Food Science*, v 66, n.6, p.886-891, 2001. doi: 10.1111/j.1365-2621.2001.tb15191.x

**XIONG, Y.L.** Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. *Food Research International*, v.38, n.3, p.281-287, 2005. doi:10.1016/j.foodres.2004.03.013

**XU, S.Q.; ZHOU, G.H.; PENG, Z.Q.** et al. The influence of polyphosphate marination on Simmental beef shear value and ultrastructure. *Journal of Muscle Foods*, v.20, n.1, p.101-116, 2009. 10.1111/j.1745-4573.2008.00136.x

**YOUNG L.L.; LION C.E.** Effect of rigor state and addition of polyphosphate on the colour of cooked turkey meat. *Poultry Science*; v.73, p.1149-1152, 1994. doi:10.3382/ps.0731149

### **3 CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da presente pesquisa para a indústria suinícola fica evidente ao demonstrar as perdas proporcionadas pela carne PSE. Desse modo, apresentar soluções para a recuperação de suas características pode levar à redução dos prejuízos causados por essa anomalia.

A melhoria da capacidade de retenção de água bem como de atributos sensoriais da carne torna clara a eficácia do processo de marinação com soluções alcalinas para recuperação da qualidade da carne suína.

Entretanto, sugere-se que mais pesquisas são necessárias para avaliar os mecanismos de ação desses sais sobre a microestrutura da carne, em diferentes níveis de concentração, verificando-se a forma e o tempo de ação de cada sal quando utilizados isoladamente ou em associação. Desta forma será possível a melhor adequação das quantidades a serem utilizadas nas carnes suínas, normal e PSE, capazes de melhorar suas características e permitindo ainda que o consumidor acrescente o seu próprio tempero antes do cozimento.

A avaliação da relação custo benefício torna-se ponto chave para viabilizar a implantação da técnica de marinação nas indústrias