



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**TATIANA NEUZA SOUZA DOS SANTOS**

**PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE):**

**AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DO GÁS HALOTANO PARA SUA  
DETECÇÃO EM FRANGO DE CORTE E USO DE SIMBIÓTICO PARA O  
SEU CONTROLE EM SUÍNOS**

---

Londrina  
2007

**TATIANA NEUZA SOUZA DOS SANTOS**

**PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE):  
AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DO GÁS HALOTANO PARA SUA  
DETECÇÃO EM FRANGO DE CORTE E USO DE SIMBIÓTICO PARA O  
SEU CONTROLE EM SUÍNOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Massami Shimokomaki  
Co-orientadora: Adriana Lourenço Soares

Londrina  
2007

**TATIANA NEUZA SOUZA DOS SANTOS**

**PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE):  
AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DO GÁS HALOTANO PARA SUA  
DETECÇÃO EM FRANGO DE CORTE E USO DE SIMBIÓTICO PARA O  
SEU CONTROLE EM SUÍNOS**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Massami Shimokomaki

---

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

---

Profa. Dra. Hirasilva Borba Alves de Souza

Londrina, 6 de setembro de 2007.

## DEDICATÓRIA

Ao Sinval pelo eterno amor e companheirismo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, pela orientação, pelas risadas e motivações.

A Dra. Adriana Lourenço Soares pela co-orientação e ajuda nas horas de correrias.

Prof. Dr. Alexandre Oba pela idéias, ajuda e apoio.

Ao Laboratório Synbiosis, principalmente ao Dr. Cláudio César Ramos, pelo apoio, conselhos e oportunidade para a realização deste projeto.

As “florzeiras” e o quati por compartilhar todos os momentos bons e ruins desses dois anos de mestrado.

À Universidade Estadual de Londrina, aos professores e funcionários do DCTA, pela oportunidade de crescimento.

Ao Valdecir e Alberto, pela ajuda na execução do trabalho e também pela amizade.

Ao André, Ronaldo, Jorge, Melissa e Antônio por me “agüentarem” na hora do desespero.

A todos que de uma maneira ou outra ajudaram para a conclusão desse trabalho.

Aos meus pais, irmãs e irmãos, pelo completo apoio que me fez suportar a eterna saudade.

A Deus por estar sempre ao meu lado.

Santos, T.N.S. **PSE (Pale, Soft, Exudative): avaliação da metodologia do gás halotano para sua detecção em frango de corte e o uso de simbiótico para o seu controle em suínos**. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

## RESUMO

O PSE representa um dos principais problemas de qualidade na indústria de carne avícola e suína, devido às suas características que levam às elevadas perdas de água durante o processamento, tornando-se indesejável tanto para os consumidores como para a indústria de processamento. O presente trabalho teve dois objetivos: padronizar o teste halotano para identificação de frangos de corte susceptíveis ao PSE e a utilização de simbiótico em suínos para o controle do desenvolvimento do PSE. O primeiro experimento sobre o teste halotano foi conduzido da seguinte forma: 140 frangos de corte de linhagem comercial foram anestesiados com gás halotano, classificados como halotano positivo e negativo e posteriormente abatidos para a determinação de cor, pH e capacidade de retenção de água (CRA) 24 horas *post mortem*. Dos 140 animais, 19 (13,6%) apresentaram contração muscular em ambos os membros, sendo classificados como halotano positivo e 121 animais (85,3%) foram classificados como halotano negativo e aqueles que mostraram ter uma reação intermediária com um dos membros contraído indicando a possibilidade da heterozigotidade ao gene hal. Dentre os animais halotano positivo a incidência de filés PSE foi de 47,0% e nos animais halotano negativo essa incidência foi de 84,2%. A alta incidência de PSE nos animais halotano negativo destaca a importância dos fatores ambientais pré-abate no desenvolvimento do PSE. A técnica desenvolvida mostrou ser um excelente potencial na avaliação da susceptibilidade dos frangos em oferecer carnes com propriedades funcionais comprometidas o que poderá servir no monitoramento das aves presumivelmente com o gene hal. O segundo experimento foi conduzido em 16 suínos separados em dois grupos: um grupo controle e outro suplementado que receberam simbiótico desde a maternidade. Após 5 meses, os animais foram abatidos em frigorífico municipal e 8 amostras do *Longissimus dorsi* de cada grupo foram coletadas 24 horas *post mortem* e levadas ao laboratório para análise de cor, pH, CRA, Perdas por cozimento (PPC) e força de cisalhamento. Os resultados das análises de L\*, a\* e pH não diferiram significativamente entre as amostras dos dois grupos. Enquanto que os valores de b\* e a razão a\*/b\* foi significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) para as amostras do grupo suplementado. Os lombos suplementados apresentaram maior valor de CRA e menor perda de peso por cozimento ( $p \leq 0,05$ ) e maior maciez quando comparados com os lombos controle. A oxidação lipídica não diferiu significativamente entre as amostras dos dois grupos. A adição de simbiótico na ração dos suínos melhorou a textura dos lombos, com diminuição na perda de água, ajudou na manutenção da cor evitando a oxidação da oximioglobina.

**Palavras-chaves:** PSE. Halotano. simbiótico. Qualidade de carne.

Santos, T.N.S. **PSE (Pale, Soft, Exudative): Evaluation of methodology of halothane gas for its detection in broiler chicken and the use of symbiotic for its control in swine.** 2007. 66f. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

## ABSTRACT

PSE meat represent one of main qualities problems faced by either poultry or swine meat industries due to their characteristic of losing water throughout their processing becoming, of course, a undesirable phenomenon to both consumers and industries. Therefore, this work had two objectives: to standardize halothane test in order to identify susceptible broilers to PSE and the use of symbiotic in swine ration in order to control the PSE meat development. The first experiment was conducted as follows: 140 broilers, commercial lineage were anaesthetized under halothane gas and thus classified as halothane positive and negative subsequently sacrificed. In *Pectoralis major*, after 24 post mortem, the following analyses were carried out: color, pH, and Water Holding Capacity (WHC). From those 140 birds, 19 (13.6%) presented muscle contraction in both feet and classified as halothane positive, and 121 birds (85.3%) were classified as halothane negative including those animals which showed intermediate reactions as, one contracted foot, indicated the possibility of the existence of heterozygote to gene *hal*. The incidence of PSE fillet was 47.0% among halothane positive animals and 84.2% among those birds considered halothane negative. The developed technique showed an excellent potentiality to evaluate the broiler susceptibility to produce meat with functional properties impaired therefore it could be used to detect chicken with gene *hal*. The second experiment was conducted in 16 swines divided into two groups: a control group and a supplemented group fed with symbiotic from maternity. These animals were sacrificed after 5 months under this diet in a commercial pig municipal abattoir and 8 *Longissimus dorsi* samples from each group were collected 24h *post mortem* and analyzed for color, pH, WHC, cooking loss (CL) and texture. Results of L\*, a\* and pH determination did not differ significantly between both groups while b\* and ratio a\*/b\* was higher ( $p \leq 0.05$ ) for supplemented group samples. The supplemented loin samples presented higher value for WHC and lower CL ( $p \leq 0.05$ ) and higher tenderness in comparison to the control samples. Lipid oxidation did not differ significantly between samples of both groups. The addition of symbiotic compounds in the swine ration improved the loin tenderness and also a decrease of WHC values and finally it avoided the oxymyoglobin oxidation keeping the original meat color.

**Keyword:** PSE. Halothane. Symbiotic. Meat quality.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Mecanismo da liberação dos íons $\text{Ca}^{2+}$ pela rianodina (OHNISHI, 1981; adaptado por SANTOS et al., 2006) .....	18
<b>FIGURA 2</b> – Mecanismo de excitação-contração muscular do músculo esquelético de aves (STRASBURG & CHIANG, 2003) .....	19
<b>FIGURA 3</b> – Reações dos componentes simbióticos com a microbiota intestinal (PUUPPNEM PINIÃ et al., 2002) .....	27
<b>FIGURA 4</b> – Estrutura química dos principais frutooligossacarídeos: 1-ketose(A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C).....	28
<b>FIGURA 5</b> – Modo de ação do MOS na inibição de bactérias patogênicas a parede celular (PATON, 2006).....	30
<b>FIGURA 6</b> – Modo de ação dos componentes simbióticos (SAAD, 2006) .....	31
<b>FIGURA 7</b> – Aparelho anestésico utilizado no teste halotano.....	34
<b>FIGURA 8</b> – Método de anestesia utilizado durante experimento.....	35
<b>FIGURA 9</b> – Incidência de halotano positivo e negativo no teste halotano .....	42
<b>FIGURA 10</b> – Frango submetido ao teste halotano e classificado como halotano positivo, apresentando rigidez muscular nos membros inferiores.....	43
<b>FIGURA 11</b> – Frango submetido ao teste halotano e classificado como halotano negativo com ausência de rigidez muscular .....	43
<b>FIGURA 12</b> – Frango submetido ao teste halotano e que apresentou resposta parcial ao anestésico halotano, com rigidez muscular em apenas um dos membros inferiores .....	44
<b>FIGURA 13</b> – Incidência dos filés de frango PSE entre os animais halotano positivos.....	45
<b>FIGURA 14</b> – Incidência dos filés de frango PSE entre os animais halotano negativo .....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Classificação de diferentes raças suínas quanto a susceptibilidade ao estresse e predisposição à carne PSE.....	17
<b>TABELA 2</b> – Composição da dieta dos suínos .....	37
<b>TABELA 3</b> – Níveis de inclusão do simbiótico na ração .....	38
<b>TABELA 4</b> – Valores de pH, L*, a*, b*, razão a*/b* e CRA de filés de frango de animais halotano positivos após 24 horas <i>post mortem</i> .....	46
<b>TABELA 5</b> – Valores pH, L*, a*, b*, razão a*/b* e CRA de filés de frango de animais halotano negativo após 24 horas <i>post mortem</i> .....	48
<b>TABELA 6</b> – Valores de pH, L*, a*, b*, a*/b* e CRA em lombos de suínos do grupo controle e do grupo suplementado com simbiótico .....	49
<b>TABELA 7</b> – Valores para PPC, FC crua e FC de lombos de suínos suplementados com simbiótico e do grupo controle .....	50
<b>TABELA 8</b> – Efeito do uso de simbiótico na ração de suínos sobre a oxidação lipídica.....	51

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFIOS .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
3.1 PSE (PALE, SOFT AND EXUDATIVE) .....	16
3.2 MÉTODOS PARA DETECÇÃO DO PSE .....	22
3.2.1 Teste Halotano .....	23
3.3 MÉTODOS PARA EVITAR A FORMAÇÃO DO PSE .....	25
3.3.1 Simbiótico .....	26
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	34
4.1 PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DO GÁS HALOTANO PARA DETECÇÃO DE PSE EM FRANGO .....	34
4.1.1 Animais .....	34
4.1.2 Teste do Halotano .....	34
4.1.3 Medida de pH .....	35
4.1.4 Medida da Cor .....	36
4.1.5 Capacidade de Retenção .....	36
4.1.6 Análise Estatística .....	37
4.2 USO DE SIMBIÓTICO NA RAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PSE EM SUÍNOS .....	37
4.2.1 Animais .....	37
4.2.2 Simbiótico .....	38
4.2.3 Tratamento .....	38
4.2.4 Avaliação Bioquímica .....	39
4.2.4.1 Medida de cor .....	39

4.2.4.2 Medida da pH .....	39
4.2.4.3 Capacidade de retenção de água .....	39
4.2.4.4 Perdas de peso por cozimento (PPC) .....	40
4.2.4.5 Força de cisalhamento .....	40
4.2.4.6 Análise de oxidação lipídica .....	40
4.2.5 Análise Estatística .....	41
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
5.1 PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DO GÁS HALOTANO PARA DETECÇÃO DE PSE EM FRANGO .....	42
5.2 USO DE SIMBIÓTICO NA RAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PSE EM SUÍNOS.....	48
5.2.1 Efeito do Uso de Simbiótico na Ração de Suínos Sobre Valores de pH, I* , a* , b* ,razão a*/b* e CRA de Lombos .....	48
5.2.2 Efeito do Uso de Simbiótico na Ração de Suínos Sobre a Perda de Peso por Cozimento (PPC) e Força de Cisalhamento dos Lombos.....	50
5.2.3 Efeito do Uso de Simbiótico na Ração de Suínos sobre a Oxidação Lipídica..	51
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A melhoria da qualidade dos produtos animais é uma busca constante e este conceito deve ser encarado em duas frentes diferentes: no mercado interno, para que produtos melhores e mais baratos possam ser oferecidos à população e com isso ter sua demanda aumentada e; no mercado externo, onde os principais exportadores vêm se preparando para uma competição cada vez mais intensa pelos mercados tradicionalmente compradores. Ainda que o Brasil seja um dos grandes exportadores na produção animal e que muitas indústrias possuam padrão de qualidade iguais ou melhores que seus concorrentes internacionais, os padrões oferecidos no mercado interno são ainda baixos (VIEIRA, 1999).

O Paraná é o maior produtor de frango de corte do Brasil, e o segundo maior exportador, atrás apenas de Santa Catarina. Em 2006, o Estado contribuiu com 27,69% da exportação nacional, onde as exportações de carne de frango brasileiras encerraram 2006 com o embarque de 2,713 milhões de toneladas, uma queda de 4,75% em relação a 2005. Mesmo com a queda da exportação, 52,86% das carnes exportadas pelo Brasil em 2006 foram carnes de frango, totalizando uma participação de 36,91% da receita brasileira de exportação. (ABEF, 2007).

O Brasil é o terceiro produtor de carne de frango atrás apenas, de Estados Unidos e China e é o maior exportador no mundo com uma participação de 41,93%. Em dezesseis anos, a exportação nacional cresceu 806,68% em volume, graças à redução do período de alojamento de 50 dias para 42 dias e ao ganho de peso das aves, que passaram de 1,8 kg em média, para 2,0 kg (ABEF, 2007).

Em relação a carne suína, Brasil exportou 528,2 mil toneladas de carne suína em 2006 sendo os principais destinos foram para Rússia, Hong Kong, Ucrânia, Cingapura, Argentina, Geórgia e República da Moldávia. Para a indústria, os Estados brasileiros se preparam e melhoraram a capacidade de produção, que se igualou a 2002. (ABIPECS, 2007).

O principal estado em produção de suínos no Brasil foi Santa Catarina, que mantém 24,28% do efetivo nacional, seguido do Rio Grande do Sul com 16,65 % e Paraná com 15,45 % (ASEMG, 2007).

O consumo de carne suína nos países de maior renda per capita e de maior índice de desenvolvimento humano chegam a 45 kg, como na União Européia, diferente do consumo brasileiro que não passa de 12 kg, dos quais apenas 3 kg são de carne fresca ou congelada (ASEMG, 2007).

A preocupação com a qualidade da carne de frango e suína e os fatores que possam alterá-la tem merecido destaque. Dentre os atributos de qualidade, a falta de uniformidade da cor e conseqüentemente as suas propriedades funcionais têm sido um dos grandes problemas para as indústrias da carne. As ocorrências de carnes PSE possuem grande importância econômica e são conseqüências das práticas de manejo pré-abate, nutrição, genética e bioquímica do músculo *post mortem*

Em suínos, a existência da carne PSE foi descoberta há varias anos atrás (BENDALL & SWATLAND., 1988) e a causa fundamental é a manifestação da Hipertermia Malignante ou Síndrome do Estresse Suíno ou Pork Stress Syndrome (PSS) caracterizada pela rigidez muscular, aumento do metabolismo aeróbio e anaeróbico, aumento da produção de calor em resposta aos agentes anestésicos como o gás halotano. Apesar das pesquisas, até o presente momento, desconhece-se a existência do equivalente ao PSS em aves ou o que seria o Poultry Stress Syndrome (PTSS) ou Síndrome do Estresse das Aves (SOARES *et al.*, 2007).

Vários métodos vêm sendo desenvolvidos para prevenção do PSE em aves e suínos (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001, GUARNIERI *et al.*, 2004). Muito tem se questionado sobre o uso de simbióticos em relação à qualidade da carne.

Simbiótico é um termo utilizado em aditivos alimentares onde a junção de um prebiótico e probiótico favorece a saúde do animal. Esse efeito simbiótico é direcionado às diferentes regiões alvo do trato intestinal do animal, rúmen, intestinos delgado e grosso, onde o consumo de prebióticos e probióticos selecionados corretamente aumenta os benefícios de cada um (CLOSE, 2000). Para alguns autores, tem sido vantajosa a administração destes produtos no intuito de melhorar a qualidade da carcaça e da carne (MARUTA, 1993, SANTOS, 2002).

Desta forma, torna-se relevante a padronização do teste halotano em frango de corte para identificação do PSE, tornando-se um ponto de partida para a caracterização da síndrome do estresse das aves, e avaliação da eficácia do uso de simbióticos na inibição de PSE em suínos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Padronizar a metodologia do teste do gás halotano para detecção de PSE em frangos de corte e avaliar a eficácia do uso de simbióticos na ração para a prevenção das características da carne PSE em suínos

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ❖ Padronizar a técnica do teste do gás halotano em frangos comerciais e relacionar com PSE através da determinação de pH , cor e capacidade de retenção de água nos filés (*Pectoralis major*) de frangos.
- ❖ Investigar a eficácia do uso de simbiótico na ração para prevenção do desenvolvimento das carnes PSE em suínos através da medida da cor, pH e capacidade de retenção de água do lombo (*Longissimus dorsi*) após 24 horas de abate.
- ❖ Medir perda de água por cozimento dos lombos provenientes de suínos suplementados ou não com simbiótico na ração.
- ❖ Avaliar a força de cisalhamento (FC) *in natura* e cozida através da força de cisalhamento de lombos provenientes de suínos suplementados ou não com simbiótico na ração.

- ❖ Analisar a oxidação lipídica dos lombos suínos após 30 dias do abates armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$  provenientes de suínos suplementados ou não com simbiótico na ração.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

#### 3.1 PSE (PALE, SOFT AND EXUDATIVE)

O termo PSE (Pale, Soft e Exudative) é termo que significa carnes com as características de cor pálida, textura macia e exsudativa na superfície da carne. Estas carnes apresentam propriedades funcionais comprometidas devido à desnaturação das proteínas, em face de rápida glicólise *post mortem* em condições de temperatura relativamente elevada e pH baixo (BARBUT, 1998; OLIVO *et al.*, 2001). A carne torna-se inaceitável para os consumidores e em muitos casos, impróprias para determinadas aplicações industriais.

Em suínos, a existência de carne PSE foi descoberta há várias décadas atrás (WISMER-PEDERSON, 1959; LAWRIE, 1960; BENDALL AND SWATLAND, 1988). A condição PSE em porcos é relatada como resultado de desnaturação de proteínas, causada por formação de baixo pH quando carcaça ainda está quente (BENDALL AND SWATLAND, 1988).

Ficou claro, em suínos, que a predisposição à produção de carne PSE está relacionada à PSS (Porcine Stress Syndrome) (TOPEL *et al.*, 1968) e têm um forte elemento genético e que muitas raças de suínos, quando comparadas entre si, mostram uma grande capacidade ao estresse (SAYRE & BRISKEY, 1963), sendo classificadas conforme sua susceptibilidade ao estresse conforme Tabela 1 (GREGORY, 1998).

**Tabela 1** – Classificação de diferentes raças suínas quanto a susceptibilidade ao estresse e predisposição à carne PSE.

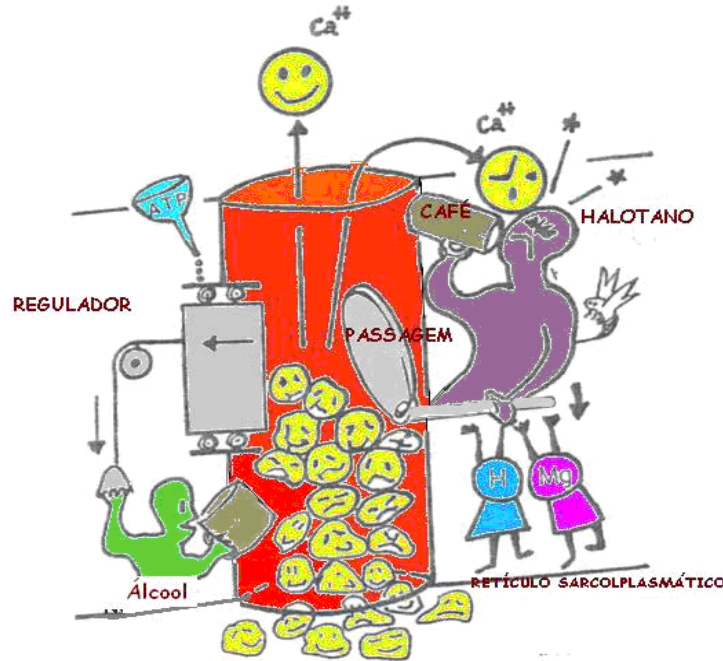
<b>Sensível ao estresse</b>	<b>Sensibilidade média ao estresse</b>	<b>Resistente ao estresse</b>
Pietran	Landrace Holandês	Large White Irlandês
Landrace Belga	Landrace Francês	Large White Australiano
Polland China	Landrace Sueco	Large White Francês
Landrace Alemão	Landrace Suíço	Large White Inglês
	Landrace Dinamarquês	Yorkshire Americano
	Landrace Norueguês	Duroc
	Landrace Australiano	
	Landrace Irlandês	
	Yorkshire Holandês	
	Hampshire Americano	

Fonte: GREGORY, 1998.

Esta aptidão ao estresse é devido a um defeito mutagênico da proteína que constitui o gene receptor rianodina (RYR1) localizada sobre as membranas do retículo sarcoplasmático, os quais controlam a liberação de  $\text{Ca}^{2+}$  do retículo sarcoplasmático ao mioplasma na musculatura esquelética.

Fuji et al. (1991) relataram que  $\text{Arg}^{615}$  está envolvida na ligação de reguladores do canal de  $\text{Ca}^{2+}$  e esta alteração conduz a hipersensibilidade do canal regulador de  $\text{Ca}^{2+}$ , abrindo-o. Uma vez aberto, o canal poderá não responder aos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , que induzem o seu fechamento, conduzindo assim à contratura muscular, hipermetabolismo e hipertermia. A passagem pelo portão do cálcio é aberta pelos íons cálcio externos e assim os mesmos são liberados da parte interna do retículo sarcoplasmático. Essa abertura da passagem é acelerada pelo halotano e cafeína e é inibida na presença dos íons hidrogênio e magnésio. Outros componentes como o álcool e ATP atuam como reguladores da permeabilidade do portão e a descrição

destes acontecimentos intracelular está mostrada na Figura 1 (OHNISHI, 1981, SANTOS *et al.*, 2006).

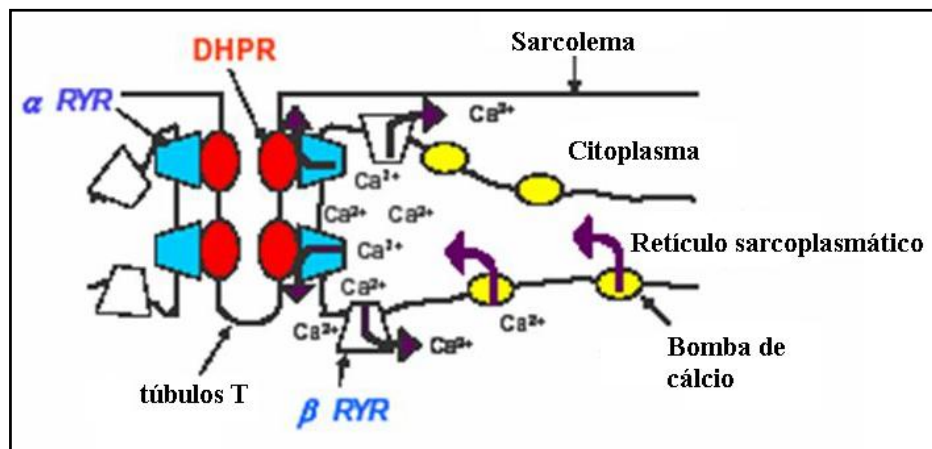


**Figura 1** – Mecanismo da liberação dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  pela rianodina (OHNISHI, 1981, adaptada por SANTOS *et al.*, 2006).

A síndrome PSS, encontrada em suínos susceptíveis ao estresse é desencadeada pela elevada concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  no sarcoplasma, o qual prolonga a atividade contrátil muscular e a quebra do glicogênio, resultando em aumento na produção de calor. Há a manifestação da hipertermia malignante (HM) associada a distúrbios da musculatura esquelética quando os animais são expostos a situações estressantes e a determinados agentes anestésicos, como o halotano (BINA *et al.*, 2006). Todos os halogenados, incluindo os novos agentes como o sevoflurano e o desflurano, são capazes de desencadear HM em suínos (WEDEL, 1993).

Os receptores rianodina são receptores dos íons cálcio localizados no retículo sarcoplasmático do músculo são proteínas de 350 kDA e apresentam alta afinidade para rianodina, uma planta alcalóide com a propriedade de se ligar aos canais de cálcio que controlam o seu fluxo daí esse nome. Três tipos de receptores rianodina com sua distribuição específica são conhecidos. A isoforma RyR1 é encontrada em todos os músculos dos mamíferos. A isoforma RyR2 é predominante no músculo cardíaco e a isoforma RyR3 está presente em músculos esqueléticos (FRANZINI-ARMSTRONG & PROTASI, 1997).

Em aves, existem duas isoformas de RyR inicialmente chamadas de  $\alpha$  e  $\beta$  conforme descritas na Figura 2. A  $\alpha$ -RyR (em coloração azul) é ativada a partir da despolarização do túbulo-T e da alteração de conformação da DHPR (diidropiridina). O aumento da concentração local de íons  $\text{Ca}^{2+}$  resulta na indução e liberação de  $\text{Ca}^{2+}$  pela  $\beta$ -RyR (em coloração branca), na periferia do RS. O  $\text{Ca}^{2+}$  é seqüestrado durante o relaxamento muscular pelas bombas de  $\text{Ca}^{2+}$  (amarelo) (STRASBURG & CHIANG, 2003).



**Figura 2** – Mecanismo de excitação-contração muscular do músculo esquelético de aves

Pesquisas moleculares mostram que a isoforma  $\beta$  presente nos músculos esqueléticos é atualmente o RyR3 e a isoforma  $\alpha$  presente no cérebro é reconhecida como homólogo ao RyR1 (OTTINI, 1996). A mutação no receptor rianodina, em suínos, ocorre na posição 1843, de uma base C (citosina) para uma base T (timidina) na seqüência de DNA resultando na substituição de um resíduo de arginina na posição 615 da seqüência normal da proteína por um resíduo de cisteína na seqüência mutante (FUJII *et al.*, 1991).

A alteração nesta proteína é considerada como sendo a responsável pela PSS e os homozigotos (nn) para a mutação são altamente sensíveis quando comparados aos genótipos NN e Nn. O teste halotano permite a identificação dos animais resistentes ao estresse e por esta razão, o locus responsável pela sensibilidade a este anestésico foi denominado de HAL (Halotano).

Wang *et al.* (1996) compararam dois grupos de perus, um grupo que não sofreu melhoramento genético e outro grupo comercial que foi selecionado para rápido crescimento e desenvolvimento de músculo e verificaram que a existência de diferenças significativas nas proteínas envolvidas com retículo sarcoplasmático seriam resultados da seleção genética.

Mickelson *et al.* (1996), ao estudarem o receptor rianodina concluíram que vesículas purificadas do retículo sarcoplasmático de suínos susceptíveis ao estresse possuem uma maior afinidade por cálcio do que suínos normais, sugerindo diferenças na estrutura e na função dos canais de cálcio.

As origens do PSE em aves ainda não estão esclarecidas e vêm sendo objeto de estudos. A intensa seleção genética, freqüentemente relacionada com a necessidade econômica de produzir aves em menor tempo de vida e com rápido ganho de peso, pode resultar em comportamentos fisiológicos anormais (ANTHONY, 1998). Em estudos realizados recentemente foi constatado que o desenvolvimento de filés PSE de frango está associado com o estresse térmico à que são submetidas às aves antes do abate (MCCURDY *et al.*, 1996; BARBUT, 1998; OLIVO *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2003b).

A maior ou menor ocorrência de PSE relatada na literatura para carne de aves, está relacionada com fatores de estresse antes do abate. Enquanto a

composição da carne é estabelecida durante a vida do animal, outras características de qualidade são afetadas tanto com o animal vivo, durante e após o abate. Fatores como idade, sexo, nutrição, apanha dos animais, transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum dentre outros, reconhecidamente afetam a composição da carcaça dos animais. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser obtida através do uso de diferentes tecnologias de abate e pós abate, como tempo de resfriamento, tempo e temperatura de maturação, atordoamento elétrico e estimulação elétrica (MOREIRA, 2005). Carne PSE é um problema que ganha importância na indústria brasileira devido à sua repercussão econômica. Considerando a incidência de 22% PSE no Brasil (SOARES *et al.*, 2003a), numa produção nacional anual de 4,03 trilhões de frangos, 800 mil toneladas do total são carnes com PSE. Considerando que são perdidos 1,5% em peso devido ao PSE, teríamos uma queda de 12 mil toneladas por ano. Em termos econômicos, o prejuízo poderia alcançar o montante de US\$ 9 milhões anuais (ODA *et al.*, 2003).

Em estudo feito por Maganhini *et al.* (2007a), com objetivo de quantificar a incidência de PSE e DFD em suínos, foi detectada a ocorrência de 22,8% de carnes PSE, 1,0% de DFD na região sul do Brasil. Neste mesmo estudo, os autores concluem que sendo a produção brasileira de carne suína em 2006 de 33,37 milhões de cabeça, e que cada lombo PSE perdeu aproximadamente 1,5% de exsudato, pode-se estimar o prejuízo econômico de R\$5,7 milhões.

Numerosos fatores têm sido investigados como possíveis causas para a ocorrência da glicólise anormal em carnes PSE, sendo classificados em quatro áreas: a homeostase do cálcio, a atividade das ATPases, enzimas gliconeogênicas e regulação de substratos (BOWKER *et al.*, 2000).

A concentração do cálcio junto às fibras musculares é um vital componente que contribui para fatores para a rápida glicólise *post mortem* e desenvolvimento do PSE. O cálcio acelera a glicólise por dois mecanismos: aumento da atividade de algumas enzimas como a ATPases (BOWKER *et al.*, 2000) e fosfolipase A2 (SOARES *et al.*, 2003b). Suínos que sofrem de PSS são um excelente modelo de como o cálcio regula o metabolismo muscular e subsequente à qualidade da carne. Suínos quando estressados apresentam exagerada glicólise resultando em aumento do

acúmulo de ácido láctico, elevada temperatura e rigidez muscular. Estes fatores ocorrem devido ao excessivo acúmulo de cálcio, que é liberado devido a mutação no receptor de cálcio rianodina. (BOWKER *et al.*, 2000).

A atividade enzimática da fosfolipase A<sub>2</sub> (PLA<sub>2</sub>) é uma outra forma de verificar a incidência de carne fornecedoras de PSE. As PLA<sub>2</sub> são enzimas lipolíticas que participam da liberação do ácido araquidônico (AA) das membranas celulares, conduzindo aos vários tipos de precursores de mediadores inflamatórios, incluindo prostaglandinas e leucotrienos (MURAKAMI & KUDO, 2002). Nürnberg & KUCHENMSTEIR, (2002) observaram diferenças na composição de ácidos graxos n-3 poliinsaturados e concluíram que um aumento da taxa de oxidação lipídica contribui para modificações na qualidade da carne de suínos susceptíveis a hipertermia malignante.

### **3.2 MÉTODOS PARA DETECÇÃO DO PSE**

O sistema mundial de classificação de qualidade da carne de aves é baseado principalmente pela coloração e não de acordo com as propriedades funcionais da mesma, com isso há uma vantagem para o mercado *in natura*, porém não ocorre uma contribuição com indústrias processadoras, onde características como alta capacidade de retenção de água e boa textura têm uma maior relevância (HUALLANCO, 2004).

A palidez está associada com a desnaturação protéica causada pelo baixo pH e pela elevada temperatura da carcaça. A cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da mioglobina, provocada pela distribuição da luz que emerge da carne. Com a diminuição do pH, ocorre um aumento da birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz sendo dispersa (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2006). Dessa forma, a análise de cor é a forma mais rápida e não destrutiva de distinguir carne PSE, pois é de consenso que amostras de peito de frango com valor de L\* (luminosidade) > 53 (sistema de análise de cor

objetiva CIE L\* a\* b\*) são cortes tipicamente PSE (OLIVO, 2006). O PSE em aves, resulta em carnes com alta perda de exsudato e baixas características de processamento. Esse fenômeno é diagnosticado pela combinação das análises de pH e de cor nos músculos do peito (OLIVO, 2006).

A correlação entre medida de cor, através do Sistema Hunter L\*. a\*.b\*, pH, capacidade de retenção de água e textura tem sido demonstrada como uma forma rápida e não destrutiva de distinguir a carne PSE da normal (OLIVO, 2006).

Alguns autores encontraram a existência de uma relação entre o valor de L\* e a capacidade de retenção de água (CRA). Dessa forma, quanto maior for o valor de L\*, menor será a CRA e o peito apresentará textura amolecida. Neste caso, os pesquisadores mostram que valor de L\* acima de 49 em peito de frango, apresenta baixa CRA e assim a carne pode ser classificada como carne PSE. Outros pesquisadores, porém utilizam em associação valores de pH e L\* como ferramenta para detectar carne PSE nas indústrias (MOREIRA, 2005).

Foi verificado também uma forte correlação negativa entre pH inicial, pH 24 hrs e o valor L\*, demonstrando que a redução desses valores de pH causam elevação dos valores de L\* (MOREIRA, 2005).

### 3.2.1 Teste Halotano

O teste do halotano tem sido usado largamente em suínos para identificar animais sensíveis ao estresse dessa forma os animais sensíveis ao PSS levando em consequência a formação da carne PSE. Neste teste os animais inalam 3% do agente anestésico halotano, através de uma máscara, no caso de humanos e suínos, ou em uma câmara para aves, tendo como resposta positiva rigidez muscular com 5 minutos após a exposição ao gás, taquicardia cianose e hipertermia, sendo esse teste um modo de separação dos animais em susceptíveis ou não.

Foi possível, por meio do teste de exposição ao anestésico halotano, caracterizar o gene *hal* e determinar quais as linhagens suínas são suscetíveis aos

sintomas de PSS e, portanto, predispostas ao desenvolvimento da carne PSE. Porém, a incidência de PSE é maior naquelas linhagens com alto índice de carne magra, mais musculosa e com crescimento rápido, como Pietrain, Landrace e Poland China (MCGLOUGHLIN, 1980). O gene *hal* vem sendo caracterizado por análise do DNA, por intermédio da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), seguido de digestão com endonuclease de restrição. Para esta caracterização molecular, sangue ou biópsia de músculo é comumente usado como fonte de DNA genômico (FUJII *et al.* 1991).

A relação do PSE com o gene halotano ou gene rianodina (RYR1) permitiu processo de seleção de linhagens suínas para evitar o desenvolvimento do PSE, sendo os animais sensíveis ao estresse, os recessivos (nn), os normais dominantes (NN) e heterozigotos (Nn) (FUJII *et al.*, 1991), mas apesar disso alguns pesquisadores não concordam com esta relação e argumentam que o genótipo *hal* por si não explica totalmente a produção de carne PSE.

Analisando o efeito do genótipo halotano, foi verificado que suínos *hal+* apresentaram carcaça com maior porcentagem de carne, porém com qualidade de inferior quando comparados aos suínos *hal-* (TAM *et al.*, 1998).

Culau *et al.* (2002), avaliaram o efeito do gene halotano nas características da qualidade da carne suína. Estes autores relataram que a incidência de PSE foi maior nos animais halotano positivos e heterozigotos do que nos animais negativos.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas para detectar a eficiência do teste halotano em aves, pois embora o sucesso deste teste na indústria de suínos, na avicultura o seu uso tem sido limitado.

Cavitt *et al.* (2004) estudaram a eficiência do teste halotano e da succinilcolina, agente relaxante neuromuscular que também induz ao PSS, para detectar PSE em frangos de corte de linhagem comercial com quatro semanas de idade, e obtiveram como resultado que a sensibilidade ao halotano variou de 13,2 a 22,9% dependendo da linhagem comercial. Owens *et al.* (2000a), investigaram o teste halotano em duas linhagens de perus com quatro semanas de idade onde obtiveram como resultado que aproximadamente 10% das duas linhagens eram sensíveis ao halotano. Nesse mesmo estudo após 20 semanas de crescimento, 10% dos halotanos

positivos e metade dos halotanos negativos, foram expostos a fatores estressantes de calor com 30°C durante o dia e 36° C durante a noite. A incidência de PSE foi significativamente alta nos halotanos positivos (34,7%) comparado com os halotanos negativos (13,4%), concluindo o autor que o teste halotano pode ser um bom método para identificar o desenvolvimento de carne PSE.

Em um outro trabalho Owens et al., 2000b, utilizaram uma linhagem de perus chamada Nicholas e obtiveram como resultado que 3.5 % dos perus expostos ao halotano apresentaram rigidez muscular nas patas, sendo classificados como halotano positivo, demonstrando que em perus também existem linhagens mais sensíveis ao halotano.

Wheller *et al.*, (1999), utilizando amostras de linhagem comercial de perus machos com quatro semanas de idade, obtiveram como resultado que apenas 5% dos animais foram positivos para o teste halotano.

### **3.3 MÉTODOS PARA EVITAR A FORMAÇÃO DO PSE**

Metodologias têm sido desenvolvidas para diminuir o desenvolvimento de PSE em filés de frangos. A suplementação de vitamina E na dieta das aves com conseqüente estabilização das membranas celulares (OLIVO *et al.*, 2001) pela inibição da atividade da fosfolipase A2 (SOARES et al. 2003b) e a utilização de banho com aspersão de água por 10 minutos antes do abate enquanto os animais ainda estavam no caminhão diminuindo o estresse térmico provocado durante o transporte (GUARNIERI *et al.*, 2004).

O termo estresse é uma expressão comum para designar o conjunto de reações do organismo a agressões de ordem física, psíquica e outras, capazes de perturbar a homeostase. (SIEGEL, 1995).

Embora seja difícil separar os efeitos do estresse causados pelas operações pré-abate, tais como, jejum, apanha, transporte, temperatura, condições de

espera, pendura, choque e sangria, vários autores têm estudado esse assunto (WOOD & RICHARDS, 1975; FRONING *et al.* 1978).

A suplementação na dieta com vitamina E em frangos, provoca a inibição da ocorrência de carne PSE, protegendo as membranas celulares da destruição oxidativa, conferindo melhor estabilidade às carnes. A vitamina E interage com a dupla camada lipídica que compõe as membranas celulares e inibe a formação de radicais livres *in vivo*, contribuindo para a integridade das membranas. As pesquisas evidenciam que a presença de vitamina E nas membranas celulares, na suplementação, inibe os processos bioquímicos indutores de carne PSE em frangos. Dessa forma, carnes com alto teor de vitamina E endógena, apresentam melhor qualidade nas suas características funcionais (MOREIRA, 2005; OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2006). Além disso, Laganá *et al.* (2005) explicam que a vitamina E é muito efetiva nos casos de estresse por calor, porque ela pode reduzir os efeitos negativos dos corticosteróis liberados no estresse.

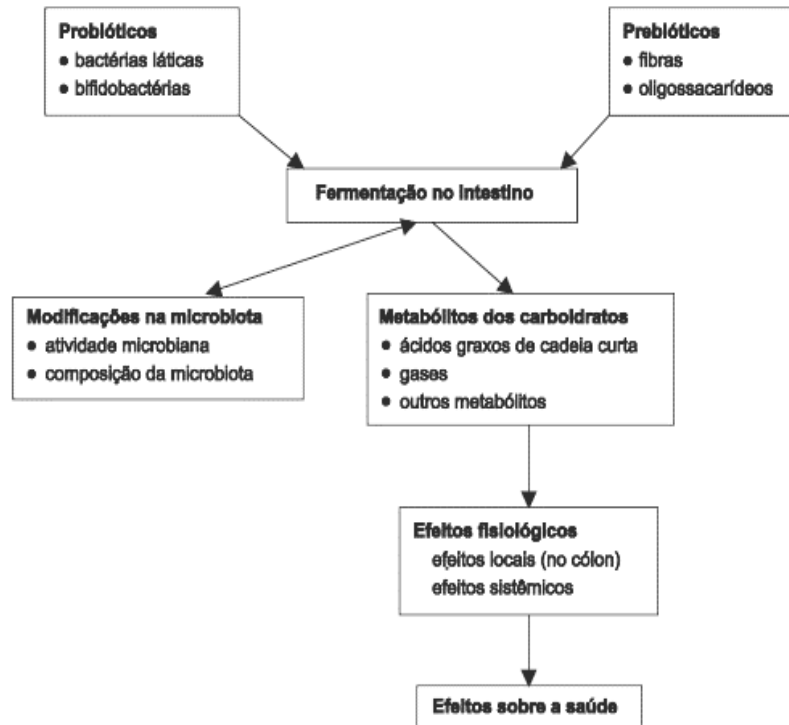
A maior parte dos fatores que influenciam a qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser obtida através do uso de diferentes tecnologias de abate e pós abate como tempo de resfriamento (*chilling*), tempo e temperatura de maturação estimulação elétrica (KAUFFMAN, 1992).

Qualquer componente de uma alimentação que direta ou indiretamente reduza as respostas ao estresse pode reduzir os efeitos na qualidade da carne.

### **3.3.1 Simbiótico**

Um produto referido como simbiótico é aquele no qual um probiótico e um prebiótico estão combinados (HOLZAPFEL & SCHILLINGER, 2002). Esta interação *in vivo* pode ser favorecida por uma adaptação do probiótico ao substrato prebiótico anterior ao consumo resultando em uma vantagem competitiva para o probiótico, se ele for consumido juntamente com o prebiótico (MATTILA-SANDHOLM *et al.*, 2002).

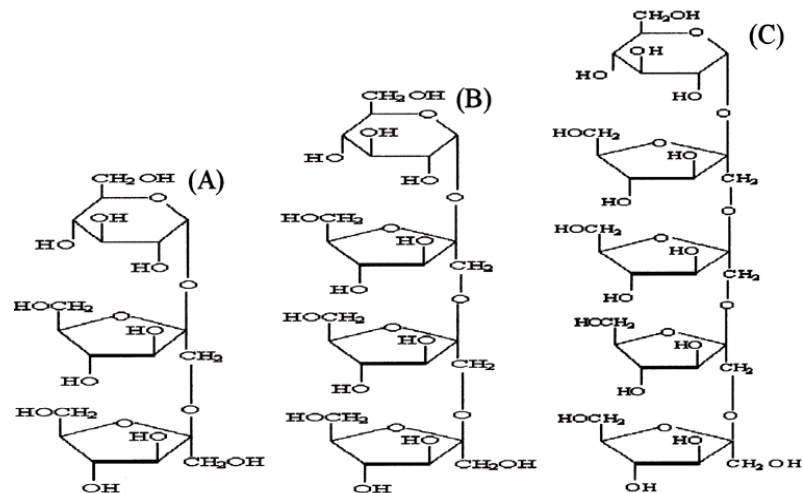
Alternativamente, esse efeito simbiótico pode ser direcionado às diferentes regiões alvo do trato gastrointestinal, os intestinos delgado e grosso (HOLZAPFEL & SCHILLINGER, 2002) (Figura 3).



**Figura 3** – Reações dos componentes simbióticos com a microbiota intestinal. (PUUPPNEM PIMIÄ *et al.*, 2002).

Os prebióticos são definidos como ingredientes alimentares que não são digeridos na porção proximal do trato gastrointestinal de animais monogástricos, e que proporcionam efeito benéfico ao hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou metabolismo de um limitado grupo de bactérias no cólon (GIBSON & ROBERFROID, 1995). Outra definição proposta pelos mesmos autores para prebiótico é que este deve ser um ingrediente não hidrolisado ou absorvido no intestino delgado, ser um substrato seletivo para um determinado grupo de bactérias comensais benéficas, ser capaz de alterar de forma benéfica a microbiota intestinal e que induza efeitos luminiais ou sistêmicos que sejam benéficos ao hospedeiro. Assim os

carboidratos não digeríveis como oligossacarídeos podem ser considerados como prebióticos onde os mais utilizados são os frutooligossacarídeos (FOS), mananoligossacarídeos (MOS) e glucooligossacarídeos (GOS). O FOS são polímeros ricos em frutose, podendo ser naturais, derivados de plantas (inulina) ou sintéticos derivados da polimerização da frutose. Atualmente FOS é o nome comum dado apenas a oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose (GF<sub>2</sub>), nistose (GF<sub>3</sub>) e frutofuranosil nistose (GF<sub>4</sub>) (Figura 4), em que as unidades de frutosil (F) são ligadas na posição beta-2,1 da sacarose, o que os distingue de outros oligômeros (YUN, 1996). GOS e MOS são obtidos através da parede celular de levedura (GIBSON & ROBERFROID, 1995).



**Figura 4** – Estrutura Química dos principais frutooligossacarídeos: 1-Ketose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C).

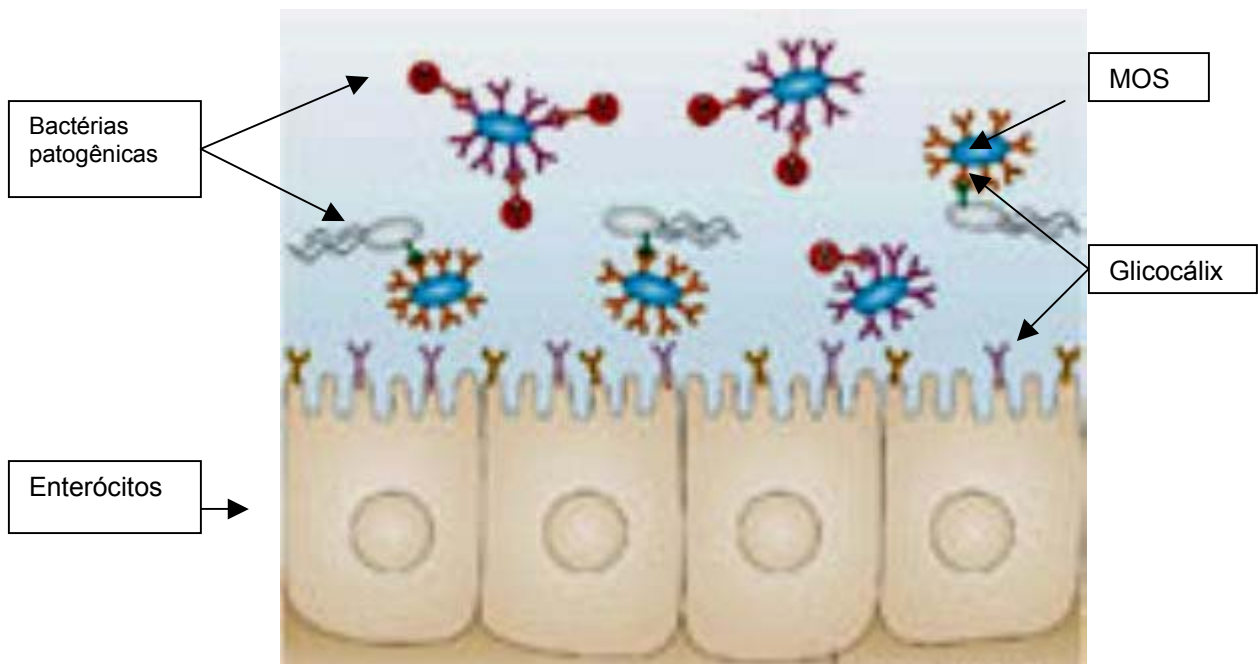
A alteração da microflora intestinal causada pelo uso de prebióticos pode ocorrer de duas formas: através do fornecimento de nutrientes para bactérias probióticas, ou através da ligação com bactérias patogênicas através do sítio de ligação dos oligossacarídeos, resultando em menor incidência de infecções e melhor integridade da mucosa (FURLAN, 2004).

As bactérias têm a capacidade de aderirem tenazmente as mais diferentes superfícies e este processo é feito através de polissacarídeos, que são

moléculas de açúcares ramificados que se estendem na parede externa celular bacteriana formando uma estrutura denominada glicocálix ou fimbria, que envolve a célula ou mesmo uma colônia de bactérias. A aderência das bactérias pelos glicocálix é o maior determinante do início do processo de progressão de doenças bacterianas (CLOSE, 2000).

Considerando que os enterócitos no intestino delgado também apresentam glicocálix, a colonização local depende da aderência do glicocálix de uma bactéria com o glicocálix de um enterócito, em muitos casos o elo de ligação entre esses glicocálixes pode ser uma proteína chamada lectina. A aderência à mucosa intestinal parece, portanto, o mecanismo chave da colonização de bactérias, sejam estas benéficas ou não, desse modo processos que possam prevenir a aderência de bactérias patogênicas nos segmentos do trato gastrointestinal são bastante eficientes e se baseiam em: a) promover a quebra dos mecanismos que sintetizam o glicocálix, principalmente pela inibição da polimerase bacteriana que estabelece os elos de ligação dos açúcares no polissacarídeo; b) sintetizar compostos que ocupem e bloqueiem o loco ativo de ação da lectina; c) estabelecer bloqueio dos receptores nas células hospedeiras. Dentro desse contexto, os prebióticos são eficientes em reduzir a colonização por patógenos, pois atuam inibindo a aderência dessas bactérias ao enterócito (MACARI & MAIORKA, 2000) (Figura 5).

Os prebióticos atuam bloqueando os sítios de aderência reduzindo a capacidade de fixação de algumas bactérias patogênicas na mucosa intestinal; especula-se também que os oligossacarídeos possam atuar estimulando o sistema imune, através da redução indireta da translocação intestinal por patógenos, que determinariam infecções após atingir a corrente sanguínea (SILVA, 2000). A utilização de prebiótico, contendo mananoligossacarídeo, mostrou ser uma alternativa aos antibióticos para a criação de frango de corte, pois segundo Rostagno *et al* (2003) os resultados de desempenho não diferiram entre si.



**Figura 5** – Modo de ação do MOS na inibição de bactérias patogênicas a parede celular. (PATON, 2006).

Quando os prebióticos são adicionados à ração, a especificidade de sua fermentação estimula o crescimento e a estabilidade das populações microbianas produtoras de ácidos orgânicos, em especial lático e acético, em detrimento dos demais; estes compostos reduzem o pH do lúmen intestinal e juntamente com outras substâncias antibacterianas e enzimas produzidas por esta mesma microbiota inibem a proliferação dos microorganismos patogênicos sensíveis a ambientes ácidos como *Escherichia coli*, *Clostridium sp.* e *Salmonella* (RADECKI & YOKOYAMA., 1991).

O conceito moderno de probiótico foi definido por Fuller (1989) como sendo um suplemento alimentar constituído por microorganismos vivos capazes de beneficiar o hospedeiro através do equilíbrio da microbiota intestinal, posteriormente, o mesmo autor ratificou a definição de probiótico como sendo microorganismos produzidos em larga escala, permanecendo estáveis e viáveis em condições de estocagem e sendo capazes de sobreviver no ecossistema intestinal possibilitando ao organismo do hospedeiro os benefícios de sua presença (Figura 6).



**Figura 6** – Modo de ação dos componentes simbióticos (SAAD, 2006).

Close (2000) relata que os efeitos dos probióticos parecem ser mais consistentes e positivos em animais em crescimento do que em animais adultos e também que a variabilidade dos resultados das pesquisas realizadas com probióticos pode ainda estar associados às diferentes cepas, níveis de dose, condições de armazenamento, composição da dieta, estratégia de alimentação e interação com drogas.

Com a suplementação dos microorganismos probióticos a atividade metabólica da microbiota intestinal é intensificada, o que resulta em uma melhor assimilação dos nutrientes e causa uma maior produtividade e melhor qualidade de

produção (JUKNA *et al.*, 2005), principalmente em situações estressantes, podendo ser uma opção para inibição do PSE.

Sartori *et al.* (2003) encontraram resultados semelhantes entre antibiótico e simbiótico para rendimento de carcaça de frangos de cortes abatidos aos 42 dias. Sato *et al.* (2002) encontraram resultados semelhantes entre antibiótico e probiótico sobre o desempenho de frangos de corte em rações iniciais.

Santos *et al.* (2007) em trabalho realizado em frangos de corte para avaliar eficácia de um simbiótico no controle de *Salmonella* Enteritides, observaram que nos lotes com simbiótico houve a inibição do crescimento do microorganismo.

Em trabalhos realizados com frango de corte, Macari & Maiorka (2000) observaram que aves tratadas com simbiótico a base de *S. cerevisiae* e *B. subtilis* apresentaram maiores ganho de peso e conversão alimentar aos 42 dias de idade do que aves que não receberam ração suplementada.

Os simbióticos têm sido utilizados como forma de melhora do desempenho zootécnico do animal. Estudos têm sido feitos com a finalidade de avaliar a influência dos probióticos, prebióticos e simbióticos na qualidade da carne.

Fukuta *et al.* (1999) citado por Silva (2000), demonstraram os efeitos benéficos da associação de microbiota cecal com frutoligosacarídeo, reduzindo a colonização por *Salmonella* Enteritidis no ceco de frangos inoculados experimentalmente aos 21 dias. Corrier *et al.* (1990) citado pelo mesmo autor, observaram benefícios na associação de cultura anaeróbia cecal com lactose, reduzindo a colonização por *Salmonella* Enteritidis no ceco de frangos desafiados no segundo dia de vida.

Batista (2005), em trabalho realizado com frangos de corte concluiu que o uso de prebióticos minimizou a oxidação lipídica enquanto que Jukna *et al.* (2005), em trabalho realizado com suínos concluíram que o probiótico utilizado melhorou o desempenho da carcaça e as qualidades culinárias da carne: menor perda de água no cozimento, maior capacidade de retenção de água e menor dureza da carne.

Khaksefidi & Rahimi (2005), ao avaliarem o efeito da suplementação de um probiótico a base de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*, *Aspergillus oryzae*, *Streptococcus faecium* e *Torulopsis sps*, na qualidade da

carcaça em frangos de corte, conclui que a porcentagem de umidade, cinzas e proteínas aumentaram e a porcentagem de gordura diminuiu nos animais suplementados.

A melhor assimilação dos nutrientes, devido à utilização de probióticos, ocorre pela produção de ácidos orgânicos, principalmente ácido acético e láctico, que reduzem o pH na parte superior do intestino delgado, melhorando a disponibilidade de nutrientes (GONZÁLES E SARTORI, 2001).

Alguns trabalhos têm demonstrado as vantagens em se utilizar probióticos sobre a integridade do trato gastrointestinal. Dobrogoz *et al.* (1991) adicionaram *Lactobacillus reuteri* na ração de aves e observaram maior comprimento e profundidade da cripta.

Zhang *et al.* (2005) ao estudarem o efeito da suplementação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) na qualidade da carne de frango, verificaram a redução da oxidação lipídica nos animais suplementados.

Alguns fatores antioxidantes presentes na *Saccharomyces cerevisiae* têm sido descritos por possuírem atividades antioxidantes, (AMPEL *et al.*, 2000; MEYER *et al.*, 2004). A *Saccharomyces cerevisiae* também possui  $\alpha$  glucano, carboximetilglucano, mananos e algumas substâncias protéicas, que têm sido reportadas com boas propriedades antioxidantes (TSIAPALI *et al.*, 2001), derivados hidrossolúveis do  $\alpha$ - glucano também possuem grande atividade antioxidante (KRIZKOVA *et al.*, 2001).

Outro ponto importante é o aumento da biodisponibilidade de cálcio causada por prebióticos, aonde vários estudos vêm demonstrando o aumento da absorção de cálcio com o uso de prebiótico (FRANCK, 1998; VAN LOO *et al.*, 1999, SCHOLZ-AHRENS *et al.*, 2002).

A escassez de trabalhos publicados sobre o efeito da suplementação de simbióticos na qualidade de carne de suína demonstra a necessidade de maiores estudos já que com a proibição do uso de antibióticos, a utilização de simbióticos vem sendo visada como uma das alternativas de substituição na produção animal.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS:

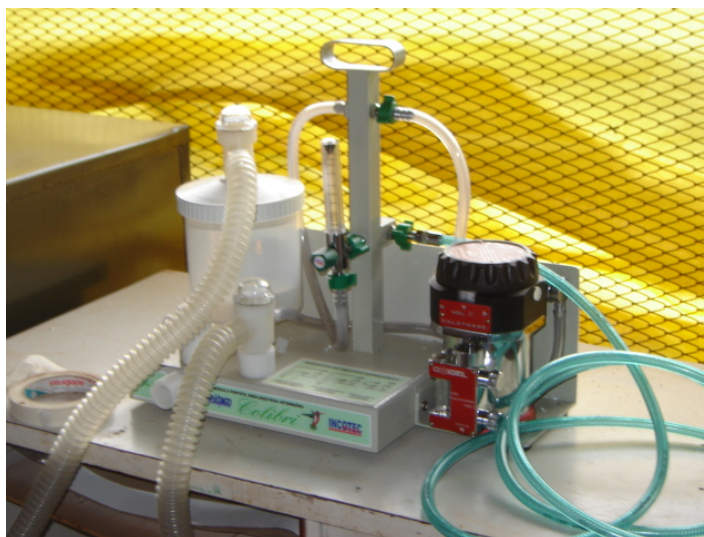
### 4.1 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DO GÁS HALOTANO PARA DETECÇÃO DE PSE EM FRANGO

#### 4.1.1 Animais

Foram utilizados 140 frangos comerciais da linhagem *Cobb* com 42 dias de idade que foram criados na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina.

#### 4.1.2 Teste do Halotano

Foi utilizado um vaporizador de gases, aparelho de anestesia marca Colibri (Figura 7), onde o halotano na forma líquida foi colocado para sua vaporização e transferido para um saco plástico através de um ducto próprio para este fim.



**Figura 7** – Aparelho anestésico utilizado no teste halotano

Após a colocação do saco plástico nos frangos o aparelho anestésico foi ligado, forçando assim estes a respirar a mistura de halotano, pela saturação do ambiente (Figura 8). Os frangos foram expostos a 3% de halotano com fluxo de 6L/minuto com oxigênio durante 5 minutos e então avaliados com relação à rigidez muscular nos membros inferiores. Os animais que apresentaram rigidez após a administração do anestésico foram considerados halotano positivo e as que apresentaram relaxamento muscular foram classificadas como halotano negativo, conforme metodologia de Wheller *et al.*, 1999.



**Figura 8** – Método de anestesia utilizado durante experimento.

#### **4.1.3 Medida de pH**

As medidas de pH foram realizadas diretamente no filé com auxílio do potenciômetro Sentron 1001 após 24 horas *post mortem*, conforme procedimento adotado por Mc Curdy *et al.* (1996) e Barbut (1998). O pH foi analisado em duplicata sendo os pontos de incisões do eletrodo foram na parte cranial ventral do filé conforme descrito por Boulianne e King (1995).

#### 4.1.4 Medida de Cor

As medidas de cor foram realizadas na face ventral do filé após 24h *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra. A medida de cor foi analisada nas mesmas amostras da determinação de pH, utilizando o colorímetro Minolta® CR400. Os valores de luminosidade  $L^*$ ,  $a^*$  (componente vermelho-verde)  $b^*$  (componente amarelo-azul) serão expressos no sistema de cor CIELAB. Os filés de frango com valores de  $L^*_{24h} > 53$  foram classificados como PSE e com valores intermediários  $44 < L^*_{24h} < 53$  como Normal, segundo Soares (2003c).

#### 4.1.5 Capacidade de Retenção de Água

Para a determinação da CRA foi utilizada a metodologia descrita por Hamm, (1960) que utiliza a medição de perda de água liberada quando é aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Esta consistiu em colocar 2,00g de carne entre dois papéis de filtro circulares e este entre duas placas de vidro, no qual é colocado um peso de 10 kg por 5 minutos, posteriormente a amostra é pesada novamente. A capacidade de retenção de água foi calculada pela diferença de peso da amostra e expressa em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial, conforme fórmula abaixo:

$$\text{CRA} = 100\% - (\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}$$

#### 4.1.6 Análises Estatísticas

Foi utilizado delineamento experimental ao acaso, onde cada ave representou uma repetição. Os resultados obtidos foram analisados utilizando o programa *STATISTICA for Windows* versão 5.0 (STATSOFT, 1995). O teste t de student foi utilizado para comparação dos valores de pH, cor e CRA entre os filés PSE e normal.

#### 4.2 USO DE SIMBIÓTICOS NA RAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PSE EM SUÍNOS

##### 4.2.1 Animais

Foram utilizados 16 suínos machos, castrados de genética F1(Landrace x Large White) onde a composição da ração encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2** – Composição da dieta dos suínos.

Componentes (%)*	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho	81,35	87,61	78,25	82,36
Farelo de soja	15,65	9,38	18,8	15,18
Fosfato bicálcico	1,37	1,48	1,53	0,93
Cálcario	0,93	0,83	0,62	0,83
Sal comum	0,4	0,4	0,4	0,4
Premix vitamínico/mineral	0,3	0,3	0,3	0,4

#### 4.2.2 Simbiótico

O simbiótico utilizado foi BioSyn Suínos Moos ® que é composto por *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium bifidum*, mananoligossacarídeo, frutooligossacarídeo e ácidos orgânicos (ácido láctico e ácido cítrico).

#### 4.2.3 Tratamento

Os animais foram divididos aleatoriamente em dois lotes. O lote suplementado (n=8) recebeu tratamento com inclusão contínua do produto a partir do 7º dia do nascimento conforme tabela abaixo. O lote controle (n=8) somente recebeu a ração basal (milho, farelo de soja e núcleo vitamínico). Aos 5 meses, os 8 animais de cada grupo foram abatidos seguindo as etapas convencionais de abate de num frigorífico municipal da região Norte do Paraná. Após 24h *post mortem* o lombo suíno (*Longissimus dorsi*) foi coletado e conduzido ao laboratório para a realização das análises.

**Tabela 3** – Níveis de inclusão do simbiótico na ração.

Fase	Inclusão
Creche	2 kg por tonelada
Crescimento/ Terminação	1 kg por tonelada

## **4.2.4 Avaliação Bioquímica**

### **4.2.4.1 Cor**

As medidas de cor foram realizadas na face ventral do músculo *Longissimus dorsi* após 24h *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra. A medida de cor foi analisada nas mesmas amostras da determinação de pH, utilizando o colorímetro Minolta® CR400. Os valores de luminosidade L\* foram expressos no sistema de cor CIELAB. O valor de L\* foi utilizado como parâmetro para classificação dos lombos em DFD, PSE e Normal conforme recomendações de Warris e Brown, 1987 e Channon *et al.* (2000). Os lombos com valores de  $L^*_{24h} > 53$  foram classificados como PSE e com valores intermediários  $45 < L^*_{24h} < 53$  como Normal.

### **4.2.4.2. Medida de pH**

Metodologia foi realizada conforme descrito no item 4.1.3

### **4.2.4.3 Capacidade de retenção de água**

Metodologia foi realizada conforme descrito no item 4.1.5.

#### **4.2.4.4 Perdas de peso por cozimento (ppc)**

As perdas de água na cocção foram determinadas conforme metodologia de Cason *et al* (1997), onde amostras de carne cruas foram pesadas e embaladas, sendo em seguida transferidas para o banho maria a 85° C por 30 minutos para o seu cozimento. Após este procedimento, as amostras foram retiradas do banho maria, resfriadas a temperatura ambiente e novamente pesadas, onde a diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu as PPC. As amostras empregadas na determinação das PCC foram as mesmas utilizadas para a avaliação da força de cisalhamento, sendo expressa em porcentagem.

#### **4.2.4.5 Força de cisalhamento**

Para a determinação da força de cisalhamento foi utilizado o Texturômetro Universal Ta-XT2i acoplado à lâmina de Warner- Blatzler segundo metodologia de Bouton *et al.* (1971). A maciez foi mensurada em amostras *in natura* e cozidas. As amostras foram cortadas nas dimensões de 1x1x2 cm (altura x largura x comprimento). As amostras foram cortadas transversalmente ao sentido das fibras com lâmina e o resultado obtido foi expresso em Newton.

#### **4.2.4.6 Análise de oxidação lipídica**

A análise de oxidação lipídica foi realizada segundo o método de destilação descrito por Tarladgis *et al* (1964) e modificado por Crackel *et al.* (1988), que consistiu em determinar espectrofotometricamente a formação do complexo de 2 mols

de ácido tiobarbitúrico (TBA) com um mol de malonaldeído e outras substâncias que reagiram com TBA.

Foram utilizadas 10 g de amostra, que permaneceram em congelamento por 30 dias a  $-18^{\circ}\text{C}$ , em triplicata, homogeneizada e acrescida de 98 mL de água e 2,5 mL de HCL 4N e duas gotas de antiespumante (8 partes de Span 80 mais 1,3 partes de Tween 20) em erlenmeyer de 500 mL com algumas pérolas de vidro. Em seguida, a mistura foi destilada por 10 minutos e recolhido cerca de 50 mL em um erlenmeyer. Um alíquota de 5 mL do destilado foi colocada em um tubo de ensaio com tampa rosqueável. Foram adicionados 5 mL de TBA e colocados em banho maria fervente por 35 minutos, resfriados a temperatura ambiente. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 530 nm.

A curva padrão foi obtida com solução padrão de 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP) e o resultado foi expresso em mg de TBARS/kg de amostra.

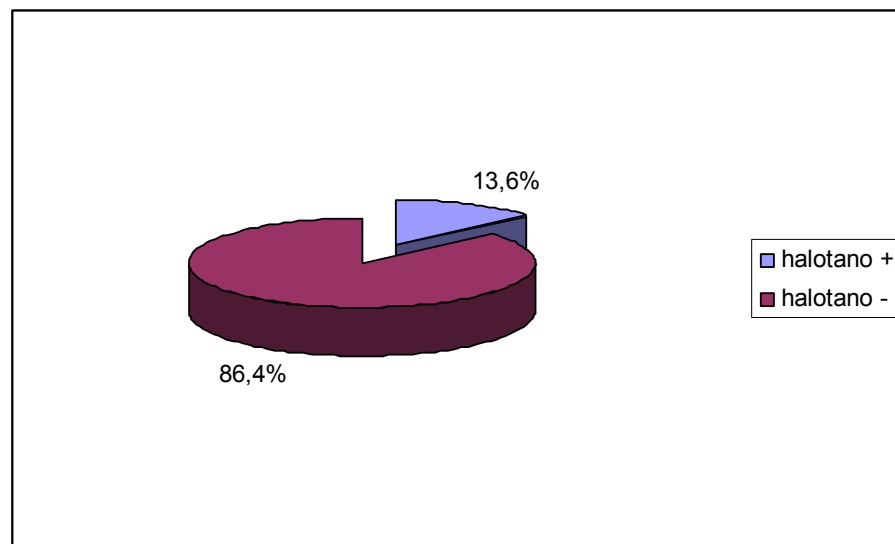
#### **4.2.5 Análises Estatísticas**

Foi utilizado o delineamento ao acaso onde cada animal representou uma repetição. Os resultados obtidos foram analisados utilizando o programa *STATISTICA for Windows* versão 5.0 (STATSOFT, 1995). O teste t de student foi utilizado para comparação dos valores de pH e cor, CRA, PPC, Força de cisalhamento(FC) e oxidação lipídica entre os lombos de suínos suplementados e controle.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA DO TESTE DO GÁS HALOTANO PARA DETECÇÃO DE PSE EM FRANGO

A Figura 9 apresenta a incidência dos frangos halotano positivos e negativos. Dos 140 animais submetidos ao teste halotano apenas 19 animais (13,6%), apresentaram rigidez muscular nos membros inferiores conforme ilustrado na Figura 10, considerados halotano positivo e 121 animais (86,4%) foram negativos para o teste sem rigidez muscular (Figura 11).



**Figura 9** – Incidência de frangos halotano positivo e negativo no teste halotano



**Figura 10** – Frango submetido ao teste halotano e classificado como halotano positivo, apresentado rigidez muscular nos membros inferiores.



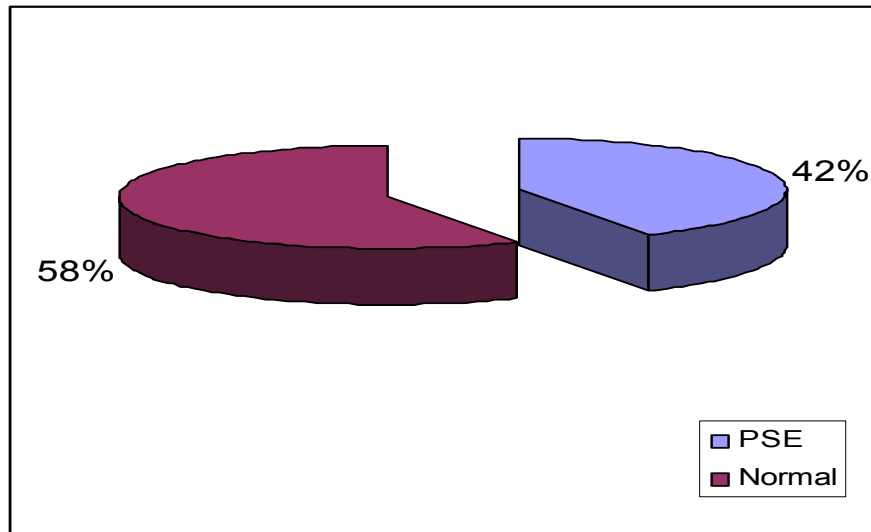
**Figura 11** – Frango submetido ao teste halotano e classificado como halotano negativo com ausência de rigidez muscular.

Durante a realização do experimento foram encontrados animais que apresentaram resposta parcial ao anestésico halotano, ou seja, com rigidez muscular em apenas um dos membros inferiores conforme ilustrado na Figura 12. Estes animais de resposta parcial também foram encontrados por Wheller *et al.* (1999) e provavelmente podem ser animais heterozigoto para as expressões das características da hipertermia malignante.



**Figura 12** – Frango submetido ao teste halotano e que apresentou resposta parcial ao anestésico halotano, com rigidez muscular em apenas um dos membros inferiores.

A Figura 13 apresenta a incidência de PSE encontrada nos animais halotano positivos, onde 42% dos filés de frango (8 animais) foram classificados como PSE e 58% (11animais) como normal baseado no valor de L\*. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Owens *et al.*(2000a) na qual a incidência de PSE nos perus halotano positivo foi de 34,7%.



**Figura 13** – Incidência dos filés de frango PSE entre os animais halotano positivos

A Tabela 4 apresenta os valores de pH, L\*, a\* e b\* e CRA 24 horas *post mortem* dos filés de frango dos animais classificados como halotano positivos. Os valores de pH no tempo de 24 horas *post mortem* dos filés de frango PSE foram significativamente menores ( $p \leq 0,05$ ) do que os filés controle.

A média dos valores de L\* foi significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) para os filés PSE (55,23) que para os filés normais. O valor de a\*<sub>24h</sub> (vermelho) e b\*<sub>24h</sub> (amarelo) não diferiu estatisticamente entre as amostras de carne PSE. Não houve diferença estatística entre a razão a/b, provavelmente devido ao alto desvio padrão encontrados na amostras de carne PSE. A razão a\*/b\* está relacionada com o teor de oximioglobina.

Segundo Bendall & Swatland (1988) a luminosidade está diretamente relacionada com o pH, portanto, as diferenças dos valores de L\*, refletem as diferenças dos valores de pH. Desta forma, filés com baixos valores de pH apresentam-se também mais pálidos e vice-versa.

**Tabela 4** – Valores pH, L\* e CRA de filés de frango de animais halotano positivos após 24 horas *post mortem*

PARÂMETROS	PSE	NORMAL
<b>pH</b>	6,10b ± 0,05	6,25a ± 0,10
<b>L*</b>	55,23a ± 1,56	50,09b ± 2,05
<b>a*</b>	5,79 a ± 3,80	4,51a ± 0,74
<b>b*</b>	13,01a ± 3,67	11,07a ± 2,09
<b>a*/b*</b>	0,43a ± 0,24	0,42a ± 0,10
<b>CRA</b>	66,33 b ± 3,41	68,70 a ± 2,71

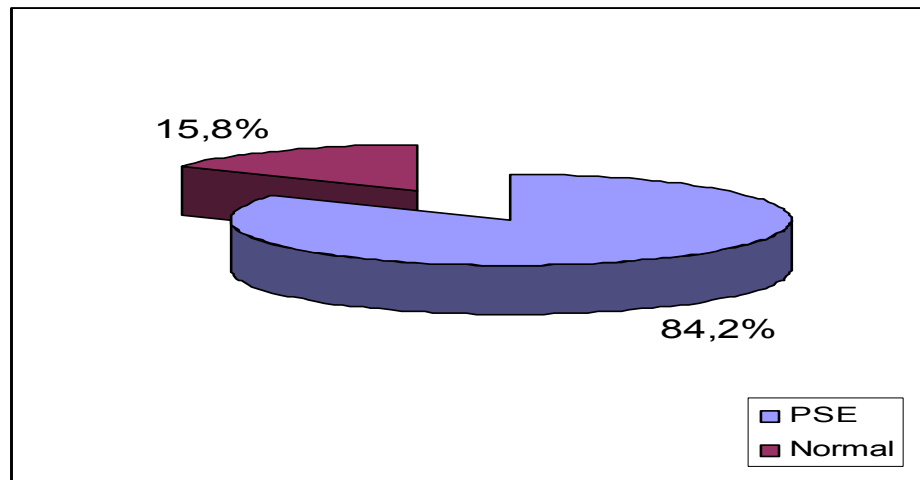
<sup>a,b</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

A porcentagem de CRA para os filés normais (68,70%) foi significativamente maior ( $p \leq 0,05$ ) do que para os filés PSE (66,33%). A menor CRA observada para a carne PSE é devido a rápida glicólise *post mortem* enquanto a carcaça ainda está quente promovendo a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas levando a maior perda de água.

A CRA e a palidez das carnes estão correlacionadas, sendo a dispersão de luz de uma superfície muscular diretamente proporcional à quantidade de desnaturação protéica (Anadón, 2002). Segundo Olivo *et al.* (2001), quanto maior o grau de desnaturação protéica, menos luz é transmitida através das fibras e mais luz acaba sendo dispersa, o que leva à palidez da carne.

A incidência de filés de frango PSE nos animais halotano negativo está apresentada na Figura 14. Dos 121 animais classificados como halotano negativo 19 foram abatidos e levados ao laboratório para análise. A incidência encontrada de PSE foi de 84,2% (16 animais) e 15,8% (3 animais) foram classificados normais. A incidência de PSE encontrada foi maior que a descrita por Owens *et al.* (2000a) que descreveram uma incidência de 13,4% nos perus classificados como halotano negativo. Esta alta incidência de PSE provavelmente ocorreu devido a inclusão dos animais que apresentaram resposta intermediária (Figura 12) no grupo halotano negativo. Além

disso, destaca-se que fatores ambientais pré abate contribuem para o desenvolvimento de carnes PSE.



**Figura 14** – Incidência dos filés de frango PSE entre os animais halotano negativos

A tabela 5 apresenta os valores de pH,  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , razão  $a^*/b^*$  e CRA 24 horas *post mortem* dos filés de frango dos animais classificados como halotano negativo. Os valores de  $L^*$  foram estatisticamente maiores ( $p \leq 0,05$ ) nas amostras PSE comparadas às amostras normais. O valor de pH não diferiu significativamente entre os filés PSE e normal, mas os filés PSE apresentaram uma tendência de valores menores de pH, como esperado devido à rápida glicólise *post mortem* com formação de ácido láctico. Não houve diferença estatística para os valores de  $a^*$ ,  $b^*$  e razão  $a^*/b^*$  entre as amostras de carne PSE e normais. Provavelmente, o baixo número de filés normais ( $n=3$ ) pode ter contribuído para não verificação de diferenças significativas. A CRA não diferiu significativamente entre os filés PSE e normais, refletindo os resultados de pH obtidos.

**Tabela 5** – Valores pH, L\*, a\*, b\* e razão a\*/b\* de filés de frango de animais halotano negativo após 24 horas *post mortem*

PARÂMETROS	PSE	NORMAL
<b>pH</b>	6,11 <sup>a</sup> ± 0,07	6,15 <sup>a</sup> ± 0,02
<b>L*</b>	57,44 <sup>a</sup> ± 3,29	51,13 <sup>b</sup> ± 2,53
<b>a*</b>	3,55 <sup>a</sup> ± 1,20	5,04 <sup>a</sup> ± 1,49
<b>b*</b>	8,82 <sup>a</sup> ± 2,13	9,39 <sup>a</sup> ± 2,85
<b>a*/b*</b>	0,43 <sup>a</sup> ± 0,21	0,62 <sup>a</sup> ± 0,42
<b>CRA</b>	64,26 a ± 2,47	62,79 a ± 0,04

<sup>a,b</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade

## 5.2 USO DE SIMBIÓTICO NA RAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA CARNE PSE EM SUÍNOS

### 5.2.1 Efeito do Uso de Simbiótico na Ração de Suínos Sobre Valores de pH, L\* , a\*, b\*, Razão a\*/b\* e cra de Lombos

Os efeitos da suplementação com simbiótico nas características de cor, pH e CRA estão apresentados na Tabela 6. Os valores de pH e L\* 24h *post mortem* não diferiram significativamente entre os lombos do grupo suplementado e controle. Entretanto, os lombos do grupo suplementado apresentaram maiores valores de pH e menores valores de L\* que resultou em maior CRA (70,22%) observado para estas carnes. Desta forma, o uso de simbiótico contribuiu para melhorar esta importante propriedade funcional da carne, uma vez que ela influencia no aspecto, na palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas da água antes e durante o cozimento (Bressan, 1998).

Resultados semelhantes foram encontrados por Jukna et al. (2005), que ao investigarem os efeitos da suplementação de dois probióticos comerciais na ração de suínos sobre a qualidade da carne, verificaram que com a suplementação proporcionou uma maior CRA (Média de 77,73 %) em relação ao grupo controle.

**Tabela 6** – Valores de pH, L\*, a\*, b\*, a\*/b\* e CRA em lombos de suínos do grupo controle e do grupo suplementado com simbiótico

PARÂMETROS	CONTROLE	SUPLEMENTADO
<b>pH</b>	5,70 a ± 2,14	5,76 a ± 1,70
<b>L*</b>	58,84 a ± 5,36	55,36 a ± 0,81
<b>a*</b>	8,91 a ± 0,16	9,01 a ± 0,16
<b>b*</b>	6,42 a ± 0,17	5,19 b ± 0,54
<b>a*/b*</b>	1,38 a ± 0,034	1,73 b ± 0,04
<b>CRA %</b>	65,41 a ± 2,18	70,22 b ± 1,70

<sup>a,b</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade

Os valores de a\* (vermelho) não diferiram estatisticamente entre as amostras controle e suplementadas (Tabela 5). Entretanto o componente b\* (amarelo) diferiu estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ), apresentado menores valores no grupo suplementado.

A razão da medida de cor a\*/b\* foi significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) para os lombos controle quando comparados aos lombos suplementados. (Tabela 5). A razão a\*/b\* pode ser utilizada para estimar o teor de mioglobina numa amostra onde quanto maior a razão maior a proporção de oximioglobina e quanto menor, maior a proporção de metamioglobina (OLIVO *et al.*, 2006). A metamioglobina, segundo Cornforth (1994) *appud* Maganhini (2007b), é a forma oxidada do pigmento, do qual o átomo central de ferro da mioglobina está no estado férrico ( $Fe^{3+}$ ) e apresenta a coloração marrom indesejada. Assim, os lombos suplementados apresentaram maior

proporção de oximioglobina nos lombos demonstrando que o simbiótico ajudou na manutenção da cor evitando a oxidação da mioglobina.

### 5.2.2 Efeito do Uso de Simbióticos na Ração de Suínos Sobre a Perda de Peso Por Cozimento (Ppc) e Força de Cisalhamento dos Lombos

A Tabela 7 apresenta os resultados de perda de peso por cozimento, força de cisalhamento do lombo *in natura* e cozido para as amostras do grupo controle e suplementado. A perda de peso por cozimento foi significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) para os lombos do grupo suplementado quando comparado com o grupo controle. Os lombos suínos do grupo suplementado apresentaram-se significativamente mais macios ( $p \leq 0,05$ ) que os lombos do grupo controle, tanto para as amostras *in natura* como para as amostras cozidas. A melhora na maciez das amostras suplementadas está relacionada com a maior CRA e menor PPC.

**Tabela 7** – Valores para PPC, FC crua e FC de lombos de suínos suplementados com simbiótico e do grupo controle.

	Grupo controle	Grupo suplementado
<b>PPC %</b>	32,50 a $\pm$ 2,18	22,03 b $\pm$ 0,98
<b>FC crua (N)</b>	17,075 a $\pm$ 0,003	14,600 b $\pm$ 0,002
<b>FC cozida(N)</b>	17,237a $\pm$ 0,003	15,700 b $\pm$ 0,002

<sup>a,b</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

Com o aumento da absorção de cálcio pelos prebióticos possivelmente ocorre a ativação do sistema calpaína-calpastatina, que são enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne. As calpaínas apresentam absoluta dependência dos íons cálcio para manifestarem a sua atividade proteolítica (Dayton et al., *appud* RUBENSAM & MONTEIRO., 2000)

Jukna *et al.* (2005) também observaram uma menor PPC (média de 37,5%), e maior maciez (média de 1,69 kg/cm<sup>2</sup>) para carnes de suínos que foram suplementados com probióticos.

### 5.2.3 Efeito do Uso de Simbióticos na Ração de Suínos sobre a Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica é considerada uma das principais causas da perda da qualidade das carnes, por ser um processo de degradação que afeta diretamente a aceitabilidade (MAGANHINI, 2007a).

Na Tabela 8 encontram-se os valores obtidos pela oxidação lipídica das amostras controle e suplementadas. Não houve diferenças estatísticas entre as amostras suplementadas e controle após 30 dias de congelamento a -18°C.

**Tabela 8** – Efeito do uso de simbiótico na ração de suínos sobre a oxidação lipídica.

Lombos suínos	TBARS (mg/kg de amostra)
<b>Grupo controle</b>	0,0177 a ± 0,022
<b>Grupo suplementado</b>	0,0142 a ± 0,001

<sup>a,b</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si pelo teste t de student ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar da oxidação lipídica não ter apresentado diferenças significativas entre os lombos suplementados e controle, o uso de simbiótico na ração

inibiu a oxidação do pigmento. A oxidação da mioglobina e lipídica estão relacionadas, sendo que a oxidação do pigmento pode catalisar a oxidação lipídica (MONAHAN et al., 1994).

Por outro lado, os radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica podem oxidar o pigmento heme (LIU et al., 1995). Provavelmente, a oxidação dos pigmentos ocorreu primeiro e não houve tempo hábil para o desenvolvimento da oxidação lipídica, uma vez que os suínos utilizados apresentam carnes com baixo teor de lipídios.

## 6 CONCLUSÃO

Os frangos mostraram-se sensíveis ao teste do halotano, entretanto destaca-se a importância da distinção entre os animais com resposta intermediária (rigidez em apenas um dos membros) e também a importância dos fatores ambientais pré-abate no desenvolvimento de carnes PSE.

A adição de simbióticos na ração dos suínos na quantidade utilizada não exerceu efeitos significativos na inibição do PSE de acordo com os valores de pH e cor dos lombos, mas resultou melhoras significativas nas características culinárias dos lombos, com aumento significativo da capacidade de retenção de água, com diminuição significativa da perda de peso por cozimento e aumentos significativos na maciez da carne in natura e cozida.

A adição de simbióticos na ração dos suínos não promoveu uma inibição de da oxidação lipídica do lombo armazenado por 30 dias a  $-18^{\circ}\text{C}$ , entretanto inibiu a oxidação de pigmentos com manutenção da oximioglobina.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ABEF – Associação Brasileira de Exportadores de Frango. Relatório Anual de 2006. Disponível em [www.abef.com.br](http://www.abef.com.br). Acesso em 20/07/2007.

ABIPECS, Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne suína. Relatório Anual de 2006. Capturado em 15 de agosto de 2007. Disponível em: [www.abipecs.com.br](http://www.abipecs.com.br)

ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 171p, 2002.

AMPEL, M., N. MIRSKY, AND S. YANNAI. Prevention of lipid oxidation by glucose tolerance factor. **Czech J. Food Sci.** 18 (Special issue):142–143, 2000.

ANTHONY, N.B. A review of genetic practices in poultry: efforts to improve meat quality. **Journal of Muscle Foods**, v.9, n.1, p.25-33, 1998.

ASEMG, Associação de Suinocultores do estado de Minas Gerais. Capturado em 15/01/2007. Disponível em: [www.asemg.com.br/principaisprodutores.html](http://www.asemg.com.br/principaisprodutores.html)

BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal of Muscle Foods**, v.9, n.1, p.35-49, 1998.

BATISTA, L.S. Flavanoídes e mananoligossacarídeos em dietas para frangos de corte. **Dissertação de Mestrado**. USP, 2205.

BENDALL, J. R., WISMER-PEDERSEN, J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. **J. Food Science**, Champaign, 27, 144-157, 1962.

BENDALL, J. R., SWATLAND, H.J. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Science**, Barking 24, 85-126, 1988.

BINA, S., COWAN, G., KARAIAN, G.S., MULDOON, S., MONGAN, P., BUNGER, R. Effects of caffeine, halothane and 4-chloro-m-cresol on skeletal muscle lactate and pyruvate in malnourished hyperthermia susceptible and normal swine as assessed by microdialysis. **Anesthesiology**, 104: 90-100, 2006

BOULIANNE, M., KING, A.J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, v.74, n.10, p.1693-1698, 1995.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V. & Shorthose, W.R., (1971), Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **J. Food Sci.**, 36, 435-439.

BOWKER, B. C., GRANT, A. L., FORREST, J. C., GERRARD, D. E. **Muscle metabolism and PSE pork** *J. Anim Sci.* 2000 79: 1-b-8

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre as carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**, 2., 2001. Disponível em <[www.conferencia.uncnet.br](http://www.conferencia.uncnet.br)>. Acessado em 25.01.2007.

BRESSAN, M.C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. Campinas, 1998, 201p. Tese - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

BUTOLO, J.E. Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. In: XXXV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu, 1998. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p. 237-254.

CASON, J.A., LYON, C.E., PAPA, C.M. Effect of muscle composition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poult Science**, 76: 785-787, 1997.

CAVIT, L.C., HARGIS, B.M., OWENS, C.M. The use of halothane and succinylcholine to identify broilers prone to developing pale, soft, exudative meat. **Poultry Science** 83:1440-1444, 2004.

CHANNON, H.A., PAYNE, A.M., WARNER, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality **Meat Science**, 56 (3), pp. 291-299, 2000.

CHEAH, K.S., CHEAH, A.M., CROSLAND, A.R., CASEY, J.C., WEBB, A.J. Relationship between  $\text{Ca}^{+2}$  release, sarcoplasmic  $\text{Ca}^{+2}$ , glycolysis and meat quality in halotane sensitive and halotane insensitive pigs. **Meat Science**, Barking, 10, 117-130, 1984.

CHEAH, K.S., CHEAH, A.M.M. Mitochondrial calcium transport and calcium activated phospholipase in porcine malignant hyperthermia. **Biochim. Biophys. Acta**634: 70-84.1991.

CLOSE, W.H. Producing pigs without antibiotic growth promoters. **Advances in Pork Production**, v. 11, p. 47-56, 2000.

CORRIER, D.E.; HINTON Jr., A.; ZIPRIN, R.L. et al. Effect of dietary lactose on cecal pH, bacteriostatic volatile fatty acids and *Salmonella typhimurium* colonization of broiler chicks. **Avian Dis.**, v.34, p.617-625, 1990.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Council regulation on the authorisation of the additive avilamycin in feedingstuffs**. Capturado em 8 de Janeiro 2006. Online. Disponível na Internet <http://register.consilium.eu.int/pdf/en/03/st06/st06120en03.pdf>

CRACKEI, C.C. et. al., Some further observation on the TBA test as index of lipid in meats. **Journal Food Chemistry**, p.187-196, 1988.

CULAU, P.O.V., LÓPEZ, J., RUBENSAM, J.M., LOPES, R.F.F., NICOLAIEWSKY, S. Influencia do gene halotano sobre a qualidade da carne. Revista Brasileira de Zootecnia. v.31, p.1-12, 2002.

DEMATTE, L.C.F. Aditivos em dietas de frangos de corte criados em sistema alternativo. 2004. 86f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual de São Paulo –UNESP, Botucatu.

DOBROGOSZ, W. J. 1991. Enzymatic activity. Pages 365-392 in: **Manual of Methods for General Bacteriology**. W. A. Wood, ed. American Society for Microbiology, Washington, D.C.

FEED ADDITIVE COMPENDIUM. **The Miller Publishing Company**. Minnetonka, Minnesota. 536p. 1998.

FELÍCIO, P.E.O. ABC do PSE/DFD. Aliment. Tecnolo., São Paulo, v.2, n. 10, p.54-57, 1986.

FERKET, P.R.; PARKS, C.W.; GRIMES, J.L. Mannan oligosaccharides versus antibiotics for turkey. In: **ALLTECH'S SYMPOSIUM**, 18, 2002. Ed. LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. Proceedings... Nottingham: NOTTINGHAM UNIVERSITY PRESS.2002. p. 43-63.

FRANCK, A. Prebiotics stimulate calcium absorption: a review. *Milchwissenschaft* 53: 427-429, 1998.

FRANZINI-ARMSTRONG, C., PROTASI, F. Ryanodine receptors of striated muscles: a complex channel capable of multiple intersctions. **Physiological Reviews**,77:699-729, 1997.

FRONING, G.W., BABJI, A.S., MATHER, F.B. The effect presslaughter temperature, stress, struggle and anesthization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, 57:630-633, 1978.

FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DE LEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILAR, J.E.; O'BRIEN, P.J.; MAC LENNAN, D.H. Identification of mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hypertthermia. **Science**, v.253, p.448-451, 1991.

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **J. Appl. Bacteriol.**, Oxford, v.66, p.365-378, 1989.

FURLAN, R.L., MACARI, M., LUQUETTI, B.C., Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. **5º Simpósio técnico de incubação , matrizes de corte e nutrição**.p. 6-28, 2004

GAMA, N.M.S.Q.; FREITAS, E.R.; PAULILLO, A.C.; MURAMATSU, K.; GAMA, J.R.Q.Avaliação da ação de acidificante em aves de postura comercial. In: **Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas**, 2003, Campinas. Trabalhos de pesquisa... Campinas: FACTA, 2003. p. 22.

GIBSON, G.R., ROBEFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1401- 1412, 1995

GUARNIERI, P. D.; SOARES, A. L.; OLIVO, R.; SCHNEIDER, J.; MACEDO, R. M. G.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Presslaughter handling with water shower spray inhibits PSE (*Pale, Soft, Exudative*) broiler breast meat in a commercial plant. Biochemical and ultrastructural observations. **Journal of Food Biochemistry**, v.28, n.3, 2004.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research Cleveland**, v.10, n.2, p.435-443, 1960.

HOLZAPFEL, W.H., SCHINLLINGER, V. Introduction to pre-and probiotics. **Food Res. Int.**, Amsterdam, v.35, p. 109-116,2002

HULLANCO, M.B.A. Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate da qualidade de cortes de frango criados no sistema alternativo. **Dissertação (Mestrado)**. Piracicaba, 2004.

INMETRO. Teor de gordura e colesterol nas carnes de bovinos e suínos. Disponível em [www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/teorGordura.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/teorGordura.asp). Acessado em 25/01/2007.

JUKNA, C., JUKNA, V., SIMKUS, A. The effect of probiotics and phytobiotics on meat properties and quality in pigs. **Veterinarija ir Zootechnika** T.29(5), 2005

KAUFFMAN, G.R., CASSENS, R.G., SCHERER, A., MEEKE, D.L. Variations in pork quality. National Pork Producers Council Publication, p. 56, 1992.

KHAKSEFIDI, A. AND RAHIMI, SH., Effect of probiotic Inclusion in the diet of broiler chickens. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Vol. 18 No. 8 pp : 1153-1156, 2005.

KRIZKOVA', L., Z. D'URACKOVA', J. S'ANDULA, V. SASINKOVA', AND J.KRAJC'OVIC'..Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans in vitro. **Mutat. Res.** 497:213-222, 2001.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZALEZ, F.H.D.; LACERDA, L.A.; TERRA, S.R.; BARBOSA, P.R. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.62, n.2, p.157-165, 2005.

LANGER, R., ROSSI, A., SOARES, A. L., IDA, E. I., Oba, A. & SHIMOKOMAKI, M. Estresse durante o Transporte de Frangos e Qualidade da sua Carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 31, n. 359, p. 20-25, 2007

LAWRIE, R. A. Postmortem glycolysis in normal and exudative longissimus dorsi muscle of the pig in relation to so-called white muscle disease. **J. Comp. Pathol.** 70, 273-295. 1960.

LIMA, J.M.M. Uso de aditivos na produção de suínos. In: **SIMPÓSIO SOBRE AS IMPLICAÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS DO USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO ANIMAL**, Piracicaba, 1999. Anais... Piracicaba: CBNA, 1999. p. 51-58.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Função gastrintestinal e seu impacto no rendimento avícola. In: **Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas**, 2000, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 2000. P. 161-174.

MAGANHINI, M. B., MARIANO, B., Soares, A. L., GUARNIERI, P. D. SHIMOKOMAKI, M. & IDA, E. I. Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*Dark, Firm, Dry*) em Lombo Suíno numa Linha de Abate Industrial. **Cienc. Tecnol. Alim.**, Campinas, no prelo, 2007a.

MAGANHINI, M. Incidência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*dark, firm, dry*), Avaliação bioquímica e da ultraestrutura do lombo suíno (*Longissimus dorsi*). **Dissertação de Mestrado**. UEL, 2007b.

MARUTA, K. Probióticos e seus benefícios. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 1993. p.203-219.

MATILLA-SHADHOM, T., MYLLARINEN, P., CRITTENDER, R., MOGENEN, G., FODÉN, R., SAARELA, M. Technological challenges for future probiotics foods. **Int. Dairy J.** Amsterdam, v.12, p.173-182, 2002.

McCURDY, R.D.; BARBUT, S.; QUINTON, M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast muscle. **Food Research International**, v.29, n.3/4 p.363-366, 1996.

MCGLOUGHLIN, P., AHERN, C.P., BUTLER, M., MCLOUGHLIN, J.V. Halothane induced malignant hyperthermia in Irish pig breeds. **Livestock Production Science** 7: 147-154. ,1980.

MCKEE,S.R., SAMS,A.R., Rigor mortis development at elevated temperatures induces pale exudative turkey meat characteristics. **Poultry Science**, v.77, p.169-174, 1998.

MEYER, A. S., R. KAREN, AND A. N. JENS. Critical assessment of the applicability of superoxide dismutase as an antioxidant in lipid foods. **Food Chem.** 51:171–175, 1994.

MOREIRA, J. Causas da ocorrência de carne PSE em frango de corte e como controla-las. In: **IV Seminário Internacional de Aves e Suínos**, Florianópolis,SC, 2005.

MICKELSON, J.R.; LOUIS, C.F. Malignant hyperthermia: excitation-contraction coupling, Ca<sup>2+</sup> release channel, and cell Ca<sup>2+</sup> regulation defects. **Physiology Review**, v.76, n.2, p.537-592, 1996.

MURAKAMI, M., KUDO,I. Phospholipase A2. **Journal of Biochemistry**, Tokyo.v.131,p.235-292, 2002.

NONBOE, U. Alternatives to the use of antibiotic growth promoters in farm animal. In: 4o **Seminário internacional de suinocultura**, São Paulo, 1999. Anais... São Paulo: GESSULI, 1999. p. 46-47

NURBERG, K.,KUCHENMSTEIR,U.Compositional changes in muscle of hyperthermia malignant susceptible pigs due to *post mortem* alterations in lipid metabolism, lipid peroxidation, protein oxidation. **Journal of Food Composition and Analysis**. V.15, n.3 p.283-292, 2002

ODA, S. H. I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A. L.; BARBOSA, D. M. L.; IDA, E. I.; OLIVO R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v.27, n.321, p.30-34, 2003.

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. In: OLIVO, R.; OLIVO, N. (Ed.). **O mundo das carnes**. Cocal do Sul, SC, 2006, p.99-122.

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carnes PSE em aves. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. Capítulo 9. p.95-104.2006

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n.4, p.271-283, 2001.

OBA, A.; SCHWARZ, K.K.; LEONEL, F.R. Características da carcaça de frangos alternativos alimentados com dietas contendo extrato de *Quillaja saponaria*. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. Trabalhos de pesquisa... Campinas: FACTA, 2003. p. 55.

ODA, S. H. I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A. L.; BARBOSA, D. M. L.; IDA, E. I.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v.27, n.321, p.30-34, 2003.

OTTINI, L., MARZIALI, G., CONTI, A., CHARLESWORTH, A., SORRENTINO, V.  $\alpha$  and  $\beta$  isoforms of ryanodine receptor from chicken skeletal muscle are the homologues of mammalian RyR1 and RyR3. **Biochem.J.**, 315: 207-216,1996

OWENS C.M., MCKEE, S.R., MATHEWS, N.S., SAMS, A.R., The development of pale, soft, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. **Poultry Science**. 79:430-435, 2000a.

OWENS C.M., MATHEWS, N.S., SAMS, A.R., The use of halothane gas to identify turkeys prone to developing pale, soft exudative meat when transported before slaughter. **Poultry Science**. 79:789-795, 2000b.

PATTERSON, J.A.; BURKHOLDER, K.M. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. **Poultry Science**, v.82, n.4, p.627-631, 2003.

PATON, A.W., MORONA, R., PATON, J.C. Designer probiotics for prevention of enteric infections. **Nature Reviews Microbiology** 4, 193-200, March 2006.

PAZ, I.C.L.A. Perda por cozimento e força de cisalhamento. Capturado em 15 de março de 2007. Disponível em: [www.unesp.com.br](http://www.unesp.com.br)

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.M.; OKSMANCALEDENTY, K.M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends Food Sci. Technol.**, Amsterdam, v.13, p.3-11, 2002.

RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. **Swine Nutrition**, Boston, 1991. p. 439-447.

REVINGTON, B. Feeding poultry in the post-antibiotic era. *In*: MULTI-STATE POULTRY MEETING, Indiana, U.S.A. **Anais...** Capturado em 8 de janeiro, 2006. Online. Disponível em <http://ag.ansc.purdue.edu/poultry/multistate/Multistate.pdf>

ROOPA, E. Carne suína: mitos e verdades. Capturado em 10 de janeiro de 2007. Online. Disponível em: [www.asemg.com.br](http://www.asemg.com.br)

ROSSEN, G.D., Antibacterials in poultry and pig nutrition. In: Wallace, R.J. e Chesson, A. **Biotechnology in animals feeds and animal feeding**.p. 143-172, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A. ; TOLEDO, R.S. Utilização de probióticos e prebióticos em aves. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**, p. 181-202, 2003.

RUBENSAM, J.M., MONTEIRO, E. Estudos sobre maciez e atividade da calpastatina em carne bovina. **Embrapa**,2000.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 42, n. 1, jan./mar., 2006

SANTOS, T.N. S., Silva, L.C., Martinez, R.A., Brito, B. G., Júnior, E.V.C., Tagliari, K.C., Ranucci, A.P., Gomes, L.M., Uso de simbiótico no controle de *Salmonella* Enteritidis em frangos de corte. **Avicultura Industrial** (Porto Feliz), v. 03, p. 40-44, 2007.

SANTOS, T.N.S. SOARES, A.L., OBA, A., ODA,S.H.I., IDA,E,I., SHIMOKOMAKI, M. Teste do halotano: um método simplificado para detecção das aves fornecedoras de carnes PSE (*pale, soft, exudative*). **Revista Nacional da Carne**, 2006.

SANTOS, E.C.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Uso de aditivos beneficiadores de crescimento sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **In**:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002.

SARTORI, J.R.; PEREIRA, K.A.; GONÇALVES, J.C. Enzima e simbiótico para frangos de corte nos sistemas convencional e alternativo. 2. rendimento de carcaça, partes e gordura abdominal. In: **conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas**, 2003, Campinas. Trabalhos de pesquisa... Campinas: FACTA, 2003. p. 36.44

SATO, R.N.; LODDI, M.M.; NAKAGHI, L.S.O. Uso de antibiótico e/ou probiótico como promotores de crescimento em rações iniciais de frangos. Probióticos não alteram os índices zootécnicos e a estrutura da comunidade microbiana intestinal de frangos de corte. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2002, Campinas. Trabalhos de pesquisa... Campinas: FACTA, 2002. p. 37

SAYRE, R. N., BRISKEY, E.J. Protein solubility as influenced by physiological conditions in the muscle. **J. Food. Sci.** 28, 675-679, 1963.

SCHOLZ-AHRENS , K.E., AND SCHREZENMEIR, J. Inulin, oligofructose and mineral metabolism – Experimental data and mechanisms. **Br. J. Nutr.** 87: S179- S186, 2002.

SHIMOKOMAKI, M. Genética e produção animal. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/cnpq/psgpa/002.html>>. Acesso em: 02 fev., 2006.

SIEGEL, H.S. Stress, strains and resistance. **British Poultry Science**, v.36, p.312-329, 1995.

SILVA, E.N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2000, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 2000. p. 241-251.

SILVA, L.P.G., Preconceitos e verdades sobre a carne suína. Capturado em 28/01/2007. Online. Disponível em : <http://www.adufpb.org.br/publica/conceitos/11/art20.pdf>.

SOARES, A., L.; IDA, E. I.; MIYAMOTO, S.; BLAZQUEZ, F. J. H.; OLIVO, R.; PINHEIRO, J.W.; SHIMOKOMAKI, M. Phospholipase A2 activity in poultry PSE, *Pale, Soft, Exudative*, **Journal of Food Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 309-319, 2003b.

SOARES, A.L.; LARA, J.A.F.; IDA, E.I.; GUARNIERI, P.D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Influence of preslaughter handling practices on broiler meat color in a commercial plant. In: Institute of Food Technologists Annual Meeting, 2003, **Abstracts**, Chicago, 2003a, p.201.

SOARES, A.L. PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em frangos: implementação de parâmetro de cor e avaliação bioquímica e estrutural do filé (*Pectoralis major*). Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, 103p.2003 C.

SOARES, A.L., SANTOS, T.N., MARCHI, D. F., OBA, A., IDA, E.I. & SHIMOKOMAKI, M. Similaridade entre os Sintomas da Síndrome do Estresse das Aves, PtSS (*Poultry Stress Syndrome*) e a do Suíno PSS (*Pork Stress Syndrome*) Originando as Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) de Frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 31, n. 361, pp 69-76,2007.

SOMERS, C.J., WILSON, P., AHERN, C.P., MCLOUGHLIN, J.V.1977. Energy phosphate turnover and glycolysis in skeletal muscle of Pietrain pigs. The effects of premedication with azaperone and pentobarbitone anaesthesia. **J. Comp. Pathol.** 87,177-183.

STRABURG, G.M., CHIANG, W. Genetic basis for Pale, Soft and exudative turkey meat. **Proceedings** of the 56 th American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference. 15-18 de junho. Columbia. Missouri.2003. Disponível em [www.meatscience.org](http://www.meatscience.org) Acessado em 17 de Janeiro, 2006.

SWANN COMMITTEE BVA and RCVS evidence to the Swann Committee. **Veterinary Record**, jan.25, p.91- 92, 1969.

TAM, L.G., BERG, E.P., GERRARD, D.E. Effect of halothane genotype on porcine meat quality and myoglobin antioxidation. **Meat Science**, Barking, v.49, n.1, p.41-53, 1998.

TARLADGIS, B.G. et al. Chemistry of the 2-tiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. **Journal Science Food Agriculture**, Champaing, v.15, p.602-607, 1964.

TONIETTI, A.P., SILVEIRA, E.T.F. Qualidade nutricional da carne suína. **Guia da suinocultura industrial**.n.8 p. 22-25, 2006.

TOPEL, D.G., BICKNELL, E.J., PRESTON, K.S., CHRISTIAN, L.L., MATSUSHIMA, C.Y. Porcine Stress Syndrome. **Mod. Vet. Prac.** 49-40, 1968.

TOURNUT, J.R. Probiotics. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 179-199.

TSIAPALI, E., S. WHALEY, J. KALBFLEISCH, H. ENSLEY, W. BROWDER, AND D. WILLIAMS. Glucans and related natural polymers exhibit weak solution free radical scavenging activity, but stimulate free radical activity in a murine macrophage cell line. **Free Radic. Biol. Med.** 30:393-402, 2001.

VAN LAACK, R.L.J.M., FAUSTMAN, C., SEBRANECK, J.G. Pork quality and the expressions of stress protein Hsp 70 in swine. **J. Anim. Science**, 71:2958-2964.

VAN LOO, J., CUMMINGS, J., DELZENNE, N., ENGLYST, H., FRANCK, A., HOPKINS, M., KOK, N., MACFARLANE, G., NEWTON, D., QUIGLEY, M., ROBERFROID, M., VAN VLIET, T., AND VAN DEN HEUVEL, E. Functional food properties of nondigestible oligosaccharides: a consensus report from the ENDO project (DGXII AIRII-CT94-1095). **Br. J. Nutr.** 81: 121-132, 1999.

VIEIRA, S. L. Considerações sobre as características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la. Porto Alegre, 1999. Capturado em 17 out. 2005. Online. Disponível na Internet <http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Sergio.htm>

YUN, J.W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation and applications. **Enzymes and Microbial Technology**, Kyungbug, v.19, p.107-117, 1996.

WANG, L.J. Ca<sup>+2</sup> channel protein function and regulation; possible altered Ca<sup>+2</sup> channel protein function in formation of PSE turkey. 158 p. (**Thesis** – Michigan State university), .1996

WARNER, R.D. Physical properties of porcine musculature in relation to *post mortem* biochemical changes in muscle protein. Ph. D. Dissertation. **Muscle Biology Laboratory, university of Wisconsin**, Madison, WI, 1994.

WEDEL, DJ, Gammel SA, Milde JH, Izzo PA. Delayed onset of malignant hyperthermia induced by isoflurane and desflurane compared with halothane in susceptible swine. **Anesthesiology** 1993; 78:1138-44.

WHEELER, BR, MCKEE, SR, MATTHEWS, NS, MILLER, RK, SAMS, AR  
A halothane test to detect turkeys prone to developing pale, soft, and exudative meat  
**Poult Sci** 1999 78: 1634-1638

WISMER-PEDERSEN J. 1959. Quality of pork in relation to rate of pH change *post mortem*. **Food Research**, Champaign, v.24, p.711-726.

WOOD, D.F.; RICHARDS, J.F. Effect of some antemortem stressors on postmortem aspects of chicken broiler Pectoralis muscle. **Poultry Science**, v.54, n.2, p. 528-231, 1975.

ZHANG, A. W., LEE, B. D., LEE, S. K., LEE, K. W., AN, G. H., SONG, K. B., LEE, C. H. Effects of Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Cell Components on Growth Performance, Meat Quality, and Ileal Mucosa Development of Broiler Chicks. **Poultry Science** 84:1015–1021, 2005.