

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TANIA REGINA KAISER

**DETERMINAÇÃO DE CURVA GLICOLÍTICA EM CARÇAÇAS DE  
AVES PSE (*PALE, SOFT, EXSUDATIVE*) E NORMAL EM LINHA DE  
ABATE INDUSTRIAL**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA

2016

TANIA REGINA KAISER

**DETERMINAÇÃO DE CURVA GLICOLÍTICA EM CARÇAÇAS DE  
AVES PSE (*PALE, SOFT, EXSUDATIVE*) E NORMAL EM LINHA DE  
ABATE INDUSTRIAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Mayka Reghiany Pedrão

Co-orientador: Prof. Dr. Fernanda Gonzales Paião

LONDRINA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

K13d Kaiser, Tania Regina

Determinação de curva glicolítica em carcaças de aves PSE (*Pale, soft, exsudative*) e normal em linha de abate industrial / Tania Regina Kaiser. - Londrina: [s.n.], 2016.

41 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mayka Reghiany Pedrão

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Gonzales Paião

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2016.

Bibliografia: f. 34-41

1. Frango de corte - Carcaças. 2. Carne - Qualidade. 3. Carne - Avaliação.  
4. Água - Absorção e adsorção. 5. Glicólise. I. Pedrão, Mayka Reghiany, orient.  
II. Paião, Fernanda Gonzales, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

**FOLHA DE APROVAÇÃO**  
**Título da Dissertação Nº 39**

**DETERMINAÇÃO DE CURVA GLICOLÍTICA EM  
CARÇAÇAS DE AVES PSE (PALE, SOFT,  
EXSUDATIVE) E NORMAL EM LINHA DE ABATE  
INDUSTRIAL**

por

**TANIA REGINA KAISER**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina às 9h de 30 de maio de 2016. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Dra. Mayka Reghiany Pedrão  
UTFPR Câmpus Londrina  
Orientadora

---

Dra. Margarida Masami Yamaguchi  
UTFPR Câmpus Londrina  
Membro Examinador Titular

---

Dra. Adriana Aparecida Droval  
UTFPR Câmpus Campo Mourão  
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

---

Prof. Fábio A. Coró, Dr.  
(Coordenador do PPGTAL)

**“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Mestrado em Tecnologia de alimentos”**

Dedico aos meus pais, Afonso e Helena que sempre me incentivaram, em mim acreditaram e não mediram esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Aos meus irmãos Cleiton e Márcio e ao meu marido Thiago, pelo apoio e paciência.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a professora Dr. Mayka Reghiany Pedrão, pela orientação, por toda a dedicação, confiança, ensinamentos e conhecimentos científicos repassados a mim durante todo este trabalho. E a professora Dr. Fernanda Gonzales Paião minha co-orientadora, pelo carinho, pelos ensinamentos, apoio e contribuições.

A todos os Docentes do Curso de Pós Graduação, Programa de Mestrado Profissional, UTFPR, pela dedicação nas aulas e todos os ensinamentos.

À Agrícola Jandelle de Rolândia – PR, por possibilitar a realização deste projeto em suas instalações.

Às bolsistas Kamila Ody, Raquel Storti e aos meus colegas de trabalho, Kesia, Camila, Mariana, Talita Colombari, Talita Seixas, Islene, Rodrigo e a Patrícia que auxiliaram antes e durante o experimento.

Em especial, aos meus pais, Afonso e Helena, meus maiores incentivadores, que nunca mediram esforços para que eu pudesse ir em busca dos meus sonhos. Agradeço por todo amor que vocês têm por mim. Aos meus irmãos e cunhadas, Cleiton, Márcio, Rosane e Viviane, que mesmo longe não deixam de me incentivar e acreditar em mim.

Ao meu marido Thiago e a grande família que eu ganhei, pelo amor, companheirismo, apoio, ajuda, por toda paciência nos momentos de estresse.

A todos os colegas da turma de 2014 do programa de pós-graduação em Tecnologia de Alimentos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

## RESUMO

KAISER, Tania R.. **Determinação de Curva Glicolítica em Carcaça de Aves PSE (Pale, Soft, Exsudative) e Normal em Linha de Abate Industrial**. 41 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

Alguns defeitos de qualidade podem causar alterações nos atributos da carne, dentre estes, podemos destacar as carnes PSE (*Pale, Soft and Exudative*). As carnes PSE são pálidas, flácidas e exsudativas ou molhada e resultam da queda brusca de pH enquanto a carcaça ainda encontra-se com temperatura elevada. A identificação de carnes PSE tem sido feita através da mensuração de pH e valor de L\* (Luminosidade). No entanto, estudos sugerem que uma avaliação mais precisa da cinética do pH e decréscimo de temperatura precisa ser conduzida para entender melhor a etiologia das carnes PSE em aves. O objetivo deste trabalho foi obter a curva glicolítica para carnes normais e PSE de frango, através das análises de pH, L\* e CRA (Capacidade de Retenção de Água). Este experimento foi realizado com carcaças obtidas em um abatedouro comercial ( $n=35$ ), de linhagem *Cobb*, com 50 dias de idade, provenientes do mesmo lote de criação e com o mesmo tempo de jejum pré-abate (10h). As amostras de filés de peito foram obtidas das carcaças aleatoriamente coletadas imediatamente na saída do *chiller* de pré-resfriamento, sendo que as análises de pH, temperatura e valor de L\*, foram conduzidas nas mesmas nos tempos de 1h35, 2h35, 3h35, 5h35, 8h35, 11h35, 14h35, 17h35, 20h35, 23h35 e 25h35 *post mortem*. As análises de CRA foram realizadas no tempo de 25h35 *post mortem*. As medições de pH indicaram que somente a partir do tempo de 8h35 *post mortem* foi possível verificar um indicativo de estabilização, sendo que o pH de carne PSE foi de  $5,69 \pm 0,07$ , e para carne normal foi de  $5,93 \pm 0,09$ . O valor final de pH (25h35 *post mortem*) foi de  $5,98 \pm 0,06$  e L\* de  $57,30 \pm 2,39$  para carnes normais, já para carne PSE o resultado foi de  $5,72 \pm 0,06$  e L\* de  $59,44 \pm 1,51$ . Para CRA, a média das amostras ( $67,19 \pm 3,13$  e  $64,45 \pm 2,66$ ) mostrou uma diferença entre os filés de frango normais e PSE respectivamente. Os dados encontrados neste trabalho estão de acordo com os relatados pelo próprio grupo de pesquisa em outro frigorífico e contradiz trabalhos similares, porém feitos em temperatura ambiente, indicando que para frangos sob condições comerciais a resolução do *rigor mortis* se dá após 8h35 *post mortem*.

**Palavras-chave:** pH. Luminosidade. CRA. Linhagem *Cobb*. Temperatura.

## ABSTRACT

KAISER, Tania R.. **Determination of Glycolytic Curve in PSE Carcass of Poultry (Pale, Soft, Exsudative) and Normal in Industrial Slaughter Line.** 41 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016.

Some quality defects can cause changes in attributes of the meat, among these we can detach the PSE meat (Pale, Soft and Exudative). The PSE meat is pale, flaccid and exudative and result from sudden pH decrease while the carcass is still under high temperature. The identification of PSE meat has been done by measuring pH and L\* (Lightness). However, studies suggest that a more precise evaluation of the kinetics of pH and temperature decrease has to be conducted to better understand the etiology of PSE meat in poultry. The aim of this study was to obtain the glycolytic curve for normal and PSE meat of chicken, through the pH, L\* and CRA (water holding capacity) analysis. This experiment was conducted with carcasses obtained from a commercial slaughterhouse ( $n = 35$ ) of Cobb lineage, 50 days old, from the same batch of creation and with the same pre-slaughter fasting time (10h). Samples of breast fillets were obtained from carcasses randomly collected immediately at the output of pre-cooling chiller, and the analysis of pH, temperature and L\* were conducted in the same in times 1h35, 2h35, 3h35, 5h35, 8h35, 11h35, 14h35, 17h35, 20h35, 23h35 and 25h35 *post mortem*. The CRA analyzes were performed at the time of 25h35 *post mortem*. The pH measurements indicated that only from the 04 time (8h35 *post mortem*) was possible to verify an indicative of stabilization, being that PSE meat pH was  $5,69 \pm 0,07$ , and normal meat was  $5,93 \pm 0,09$ . The final pH (25h35 *post mortem*) was  $5,98 \pm 0,06$  and L\*  $57,30 \pm 2,39$  for normal meat, while for PSE meat the result was  $5,72 \pm 0,06$  and L\*  $59,44 \pm 1,51$ . To CRA, the average of the samples ( $67,19 \pm 3,13$  and  $64,45 \pm 2,66$ ) showed a difference between the normal chicken fillets and PSE respectively. The data found in this study are consistent with those reported by own research group in another slaughterhouse and contradicts similar works, but made at room temperature, indicating that for chickens under commercial conditions the resolution of *rigor mortis* occurs after 8h35 *post mortem*.

**Keywords:** pH. Lightness. CRA. Cobb. Temperature.



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados das medidas de temperatura logo após a saída do pré-resfriamento e durante a realização das medidas de análises do experimento....	27
Gráfico 2 - Resultados de pH para carnes PSE e normal durante o período de experimento.....	28
Gráfico 3 - Resultados de L* para carnes PSE e normal durante o período de experimento.....	29

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Reações bioquímicas da glicólise .....	17
Figura 2 – Saída do chiller de pré-resfriamento das aves na linha de abate.....	20
Figura 3 – Fluxograma de abate com fluxo convencional de processo e fluxo com esquema de obtenção das amostras e períodos de análises. ....	21
Figura 4 – Medida de pH em duplicata das amostras .....	22
Figura 5 – Medida de L* em triplicata das amostras .....	23
Figura 6 - Etapas do teste de CRA. a) Pesagem do disco de papel filtro; b) Pesagem da amostra; c) Amostra pesada sobre o papel filtro; d) Amostra entre duas placas de acrílico; e) Amostra com o peso de 10 kg; f) Pesagem final da amostra.....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE .....	14
3.2 CARNES PSE EM AVES .....	15
3.2.1 PSE e a Qualidade de Carne .....	16
3.3 GLICOLISE <i>POST MORTEM</i> .....	17
3.4 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
4.2 MEDIDAS DE pH E TEMPERATURA .....	22
4.3 DETERMINAÇÃO DA LUMINOSIDADE (L*).....	22
4.4 CLASSIFICAÇÃO DA CARÇA DE FRANGO EM PSE E NORMAL .....	23
4.5 CAPACIDADE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA) .....	23
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
5.1 DADOS DAS AMOSTRAS .....	26
5.2 ACOMPANHAMENTO DA TEMPERATURA .....	26
5.3 DETERMINAÇÃO DO pH E LUMINOSIDADE (L*) .....	27
5.5 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	31
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de carne de frango chegou a 12,69 milhões de toneladas em 2014, mantendo o país na posição de terceiro maior produtor de frango, posicionando-se atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Do volume total de frangos produzido, 67,7% foi destinado ao consumo interno e 32,3% para exportações. A carne de frango está presente na mesa dos consumidores no Brasil representando um consumo *per capita* de 42,78 quilos por ano (ABPA, 2015), sendo este, superior ao das carnes bovina e suína (MORAES; CAPANEMA, 2012).

O sucesso da carne de frango no país decorre principalmente devido ao avanço tecnológico no setor, melhorias de genética e de manejo, possibilitando melhores taxas de conversão e redução do tempo de engorda, permitindo uma redução no preço e aumento de consumo (MORAES; CAPANEMA, 2012). Embora haja grande consumo de carne de aves *in natura*, houve também crescimento da industrialização de produtos a base de aves, onde tornou-se necessária maior atenção às características de qualidade funcional das matérias-primas (OLIVO, 2006).

A cor, textura e capacidade de retenção de água são atributos de qualidade importantes para a carne e estes estão ligados ao seu pH final, sendo que a indústria tem o desafio de fornecer produtos macios, suculentos e com cor e sabor agradáveis (FLETCHER, 2002). Alguns defeitos de qualidade podem causar alterações nos atributos da carne, dentre estes, destaca-se a questão da carne PSE (*Pale, Soft and Exudative*) e DFD (*Dark, Firm and Dry*) (OLIVO, 2006). As carnes PSE são pálidas, flácidas e exsudativas que ocorrem devido à queda brusca do pH enquanto a carcaça ainda encontra-se com temperatura elevada (35°C), causando a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas (BARBUT, 1997).

Fatores que levam a formação das carnes PSE em aves podem estar ligados ao manejo pré-abate (ZHANG et al., 2012; LANGER et al., 2010; OBA et al., 2009; SIMÕES, 2009) e também podem estar ligados à sistemas de criação (CARVALHO et al., 2015). Porém, alguns trabalhos já foram realizados, visando identificar pontos que possam minimizar este problema (SPURIO et al., 2012; BARBOSA, 2011; LANGER et al., 2010; GUARNIERE et al., 2004; OLIVO et al., 2001).

Já as carnes DFD são escuras, firmes e secas que ocorrem quando o organismo não tem reservas suficientes de glicogênio muscular, no momento do abate para o abaixamento do pH, e este permanece em níveis elevados, geralmente acima de 6,2 no tempo de 24h *post mortem* (OLIVO, 2006).

A identificação de carnes PSE ou DFD tem sido feita através da mensuração de pH e valor de L\* (Luminosidade) (KATO, 2013; DROVAL et al., 2012a; SOARES et al., 2002). No entanto, estudos de Eadmusik et al. (2011), sugerem que uma avaliação mais precisa da cinética do pH e decréscimo de temperatura precisam ser conduzidos para entender melhor a etiologia da qualidade da carne de aves. Segundo Barbut (1997), estabelecer um sistema para identificação de carnes PSE em carnes é de grande importância para a indústria de aves.

## 2 OBJETIVO GERAL

Determinar a curva glicolítica, através das medidas de pH, L\* (Luminosidade) e CRA em carcaças de frango em uma linha de abate industrial.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Realizar medidas de pH, temperatura e cor durante 25h *post mortem* para obtenção de curva glicolítica em carcaças PSE e Normal;
- b) Classificar as carcaças como PSE e Normal, utilizando dados de pH e L\* (Luminosidade);
- c) Realizar medidas de Capacidade de Retenção de Água (CRA) em amostras de carnes PSE e Normal 25h *post mortem*.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE

Logo após a morte do animal, a fibra muscular passa por uma série de reações fisiológicas e bioquímicas para adaptar-se as novas condições e manter a homeostase (ORDOÑEZ, 2005). O conjunto destas reações acarreta no abaixamento de pH, sendo que a velocidade desta redução e seu valor final serão determinantes para a qualidade final da carne (SAMS, 1999).

Após a sangria, ocorre a interrupção do suprimento de oxigênio, onde a produção de energia (ATP – trifosfato de adenosina) pela via glicolítica aeróbica é interrompida (SAMS, 1999). A partir de então o organismo recorre a glicólise anaeróbica, com a consequente produção de ácido láctico (PRÄNDL et al., 1994). O organismo procurará ajustar-se tentando manter um suprimento normal de sangue aos órgãos vitais, os batimentos cardíacos vão aumentar e os vasos sanguíneos periféricos irão contrair-se. Com isso, o ácido láctico não poderá ser removido ao fígado, permanecendo na musculatura e acarretando o abaixamento do pH (OLIVO, 2006). O pH reduzido pelo acúmulo de ácido láctico torna as proteínas vulneráveis à desnaturação, e esta pode levar a perda do poder de liga com a água, causando exsudação (LAWRIE, 2005).

A concentração de ácido láctico no músculo implica em uma diminuição progressiva do pH e determinará a velocidade de instalação do *rigor mortis*, sendo que o valor de pH dependerá da reserva inicial de glicogênio. Com o desaparecimento total do ATP, os mecanismos de contração e relaxamento das miofibrilas são interrompidos, e neste momento é determinada a instalação do *rigor mortis* (ORDOÑEZ, 2005).

A velocidade e a extensão de redução do pH *post mortem* são influenciados por fatores intrínsecos (espécie, tipo de músculo e variabilidade dos animais) e extrínsecos (temperatura ambiental, jejum e debatimento das aves) (LAWRIE, 2005; FLETCHER, 2002) que afetam a reserva de glicogênio muscular.

### 3.2 CARNES PSE EM AVES

Em geral, quando o pH atinge o valor abaixo de 5,8 e a carcaça ainda encontra-se quente, pode ocorrer desnaturação das proteínas, comprometendo as suas propriedades funcionais e nesta situação, ocorre a formação da carne tipo PSE (*Pale, Soft, Exudative* = Pálida, Flácida, Exsudativa) (BARBUT, 1997).

Em suínos a carne PSE é de origem genética e ocorre como consequência da Síndrome do Estresse em Suínos (conhecida como PSS - *Porcine Stress Syndrome*), desencadeada pela elevada concentração de cálcio no sarcoplasma, acelerando a atividade contrátil e muscular. Com isso o consumo de molécula do glicogênio por via anaeróbia é aumentado, de forma a intensificar a produção de ácido láctico e promover um rápido declínio do pH, causando a desnaturação de proteínas e levando a alterações na cor e capacidade de reter água (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006b).

Essa propensão genética ao estresse ocorre em função de uma mutação em um único ponto do gene receptor rianodina (RYR1), localizados sobre as membranas. Essa proteína é formadora do canal de liberação de  $Ca^{++}$  do retículo sarcoplasmático na musculatura esquelética (FUJII et al., 1991). Porém, em frangos, a origem genética do PSE não está esclarecida (DROVAL et al., 2012b; ODA et al., 2009; ZIOBER, 2009).

Dentre as causas que induzem a formação das carnes PSE em aves podem estar ligados ao manejo pré-abate como: temperatura - que pode levar ao stress térmico (ZHANG et al., 2012) - tempo e distância de transporte, (LANGER et al., 2010; OBA et al., 2009), tempo de espera (OBA et al., 2009), microambiente térmico no transporte (SIMÕES, 2009) e também podem estar ligados à sistemas de criação (CARVALHO et al., 2015). Alguns trabalhos já foram realizados, visando identificar pontos que possam minimizar este problema como: banho de água antes do transporte (LANGER et al., 2010), banho de água antes do abate (GUARNIERE et al., 2004), suplementação de vitamina E (OLIVO et al., 2001), construção de um novo protótipo de caminhão para transporte (SPURIO, 2012), a utilização da luz azul durante o processo da pendura dos frangos (BARBOSA, 2011) e efeito da iluminância nos momentos que antecedem o abate (CARVALHO, 2012).



Além dos fatores *ante mortem*, a velocidade com que ocorre o abaixamento da temperatura da carcaça também pode influenciar na formação de carnes PSE, pois no peito das carcaças é onde a temperatura diminui mais lentamente e pode favorecer ao desenvolvimento do fenômeno (JAMES et al., 2006).

O pH final das carnes PSE de frangos é mais baixo do que o pH das carnes normais e este parece ser o principal determinante da sua palidez e baixa CRA (Capacidade de Retenção de Água). Assim, procedimentos que limitam a queda ou aumento do pH da carne normal durante o processamento podem ser eficazes na redução da incidência de PSE e melhorar a funcionalidade da carne PSE de peito de frango (VAN-LAACK et al., 2000).

Existem muitos trabalhos realizados em relação a carnes PSE, buscando identificar em que momento ocorre a formação deste fenômeno; Em suínos o tempo é de 45 minutos (BENDALL; SWATLAND, 1988; WISMER-PEDERSEN, 1959), já para aves, trabalhos realizados em escala laboratorial mostraram um tempo de 10-15 minutos (SOARES et al., 2003; OLIVO et al., 2001), estando em desacordo com o encontrado em experimento realizado em um processo de abate comercial, cujo tempo de estabilização do pH foi de 8h35 (PEDRÃO et al., 2014), demonstrando que os resultados são contraditórios.

### 3.2.1 PSE e a Qualidade de Carne

A ocorrência de carne PSE começou a ganhar importância nos últimos anos devido ao crescimento na produção de industrializados de carnes de frango, já que este fenômeno resulta em carnes pálidas, com baixa capacidade de retenção de água (CRA); No caso de produtos embutidos, pode dificultar a formação da malha proteica, influenciar na retenção de umidade e formação da textura necessária (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006c).

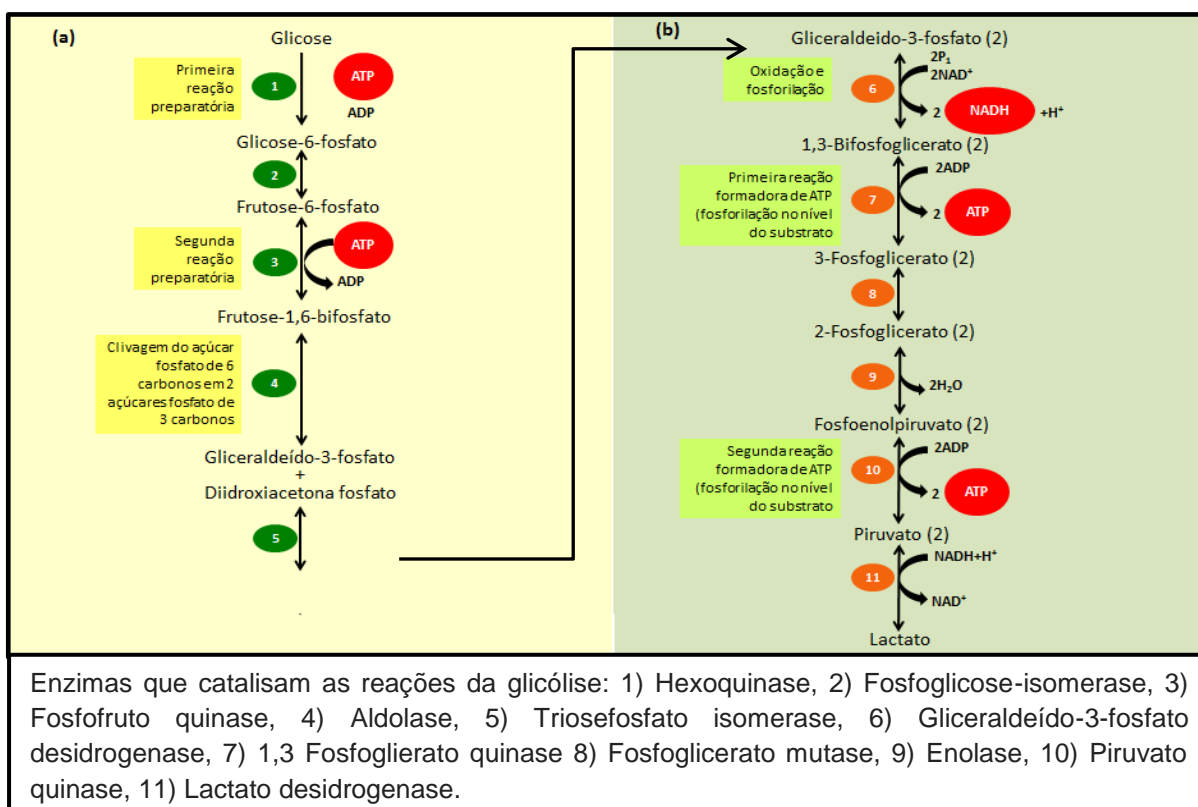
Trabalho realizado por Kissel et al. (2009), demonstrou que mortadelas preparadas com carnes PSE, foram afetadas na estabilidade da emulsão em decorrência da desnaturação de proteínas. Já Schneider (2004), realizou um ensaio com filés PSE temperados, e estes apresentaram resultados de quebra de peso no

cozimento de 26,03%, sendo um resultado maior que no dos filés controle que tiveram quebra de 25,38%. Em relação aos consumidores finais, estes conseguiram distinguir diferenças de coloração de filés *in natura* PSE e normal, tendo preferência pela compra da carne normal (DROVAL et al., 2012a).

Segundo Van-Laack et al. (2000), peitos de frango PSE diferem de peitos normais em pH, valor de L\* (Luminosidade), perdas por gotejamento, absorção de umidade, perdas por cozimento e solubilidade das proteínas.

### 3.3 GLICOLISE *POST MORTEM*

O músculo contém todas as enzimas que participam da oxidação dos nutrientes, na glicogênese e contração muscular (PRÄNDL et al., 1994). Enzimas específicas são responsáveis por catalisar uma série de reações para degradação da glicose à piruvato (glicólise) para síntese do ATP durante a glicólise (OLIVO, 2006) (Figura 1).



**Figura 1 – Reações bioquímicas da glicólise**  
 Fonte: Adaptado de Olivo (2006, P. 51).

Durante as reações sequenciais da glicólise, a energia livre liberada da glicose é conservada em forma de ATP e NADH (nicotinamida adenina dinucleotídeo). Nos animais, o piruvato formado pela glicólise pode tomar duas vias catabólicas alternativas: via aeróbica e anaeróbica. A via anaeróbica do metabolismo do piruvato leva a redução a lactato (forma dissociada do ácido láctico), pois quando o tecido muscular entra em contração vigorosa funciona em condições de hipóxia (baixa pressão parcial de oxigênio), onde o NADH não pode ser reoxidado a NAD<sup>+</sup>. Este último é necessário como receptor de elétrons para que o piruvato continue sendo oxidado (LEHNINGER et al., 2006).

Com a morte do animal e ausência de circulação sanguínea, ocorre o acúmulo de ácido láctico, causando assim, a diminuição do pH do músculo, que por sua vez, inativa gradualmente as enzimas envolvidas na contração muscular e processos glicolíticos (PRÄNDL et al., 1994).

A taxa de glicólise *post mortem* é influenciada por diferentes graus de estresse *ante mortem* (BARBUT, 1997). Em situações estressantes, sinais neurais do cérebro induzem a medula adrenal a liberar os hormônios adrenalina e noradrenalina na corrente sanguínea, ativando a produção de acetilcolina (SHIMOKOMAKI et al., 2006), e esta, aumenta a permeabilidade do retículo sarcoplasmático para liberação do cálcio do sarcoplasma (MITCHELL & HEFFRON, 1982). O cálcio por sua vez, acelera a atividade contrátil e muscular, com conseqüente maior consumo de molécula do glicogênio, de forma a intensificar a produção de ácido láctico e promover um rápido declínio do pH (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006b).

### 3.4 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A água representa de 65 a 80% do total da massa muscular, sendo que aproximadamente 25% desta água está praticamente livre e pode ser exsudada por pressão ou durante os processos tecnológicos, ou ainda durante a cadeia de armazenamento e distribuição (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006a).

A habilidade das carnes frescas em reter umidade é umas das mais importantes características das matérias-primas (LONERGAN; LONERGAN, 2005).

A capacidade de retenção de água é uma questão que preocupa as indústrias processadoras de carne, principalmente por perdas de gotejamento e cozimento, mas em muitos casos, também pode afetar as perdas no descongelamento e rendimento do processo (MOLETTE; RÉMINGON; BABILÉ, 2005).

Segundo Pietrzar; Greaser e Sosnicki (1997), em carnes de perus, a capacidade de retenção de água e rendimento, foram significativamente menores em carnes PSE em relação às normais. Já para carne de frango, de acordo com o trabalho de Kato et al. (2013) a CRA foi menor para carnes com menor pH (característicos de carnes PSE).

Assegura-se que a CRA de carnes PSE (frango ou suínos) é mais baixa (MOLETTE; RÉMINGON; BABILÉ, 2005; VAN LAACK et al., 2000), já que estas carnes apresentam uma maior desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares devido à combinação de baixo pH e alta temperatura (ORDÓÑEZ et al., 2005). Quanto mais rápida for a queda do pH, mais agravada é a desnaturação das proteínas, pois a velocidade rápida da queda aumenta a contração da actinmiosina assim que ela se forma, forçando a saída de líquido que se dissociou das proteínas para o exterior (LAWRIE, 2005). Desta forma, a CRA é considerada um teste importante para indústria de carnes, pois é a forma de predizer o rendimento, o resultado econômico e a qualidade dos produtos (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006d).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado no mês de junho de 2015 em um abatedouro de aves localizado na região Norte do Paraná, sob inspeção Federal, seguindo as etapas de pendura, insensibilização elétrica, sangria, escaldagem, evisceração e resfriamento, estando de acordo com as normas estabelecidas na Portaria nº 210 (BRASIL, 1998).

Foram coletadas 35 amostras de carcaças de aves na saída do *chiller* de pré-resfriamento (Figura 2), as carcaças foram escolhidas aleatoriamente e imediatamente após a coleta, foram desossadas para obtenção do peito sem osso e sem pele.



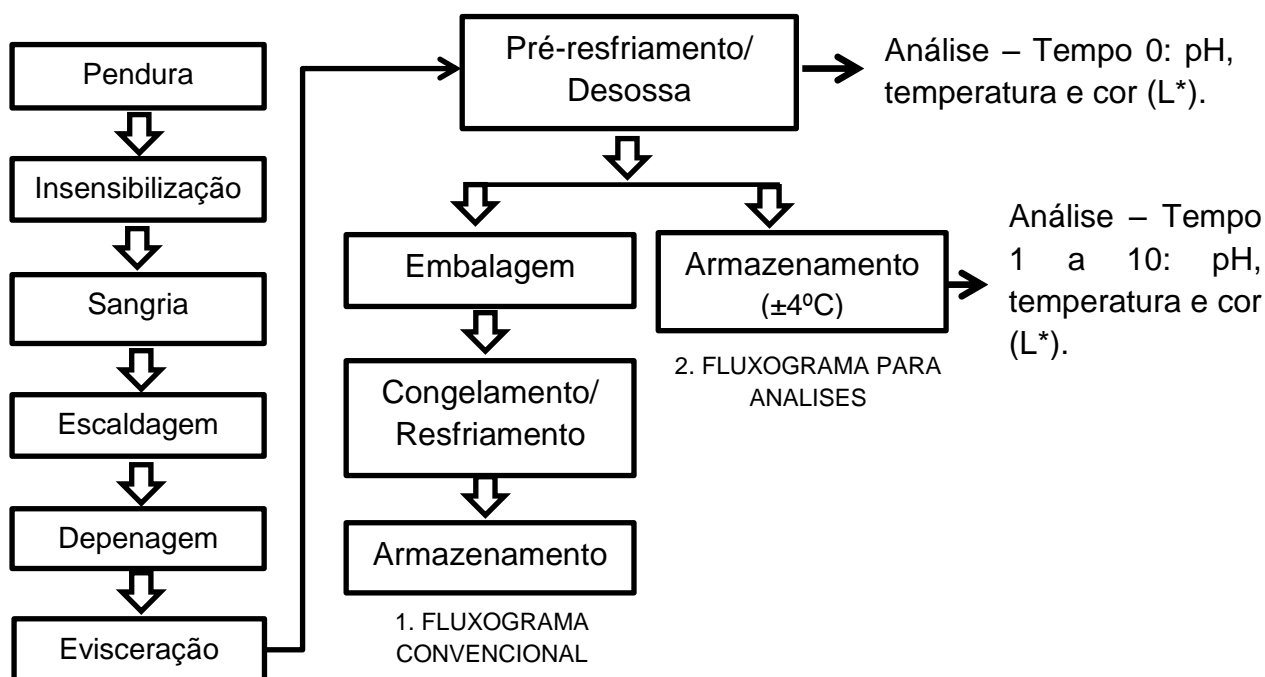
**Figura 2 – Saída do chiller de pré-resfriamento das aves na linha de abate**  
**Fonte: Autoria própria.**

Durante o experimento foi realizada a coleta documental de dados das aves como: dados de procedência, sexo, linhagem, tempo total de jejum e condições de espera pré-abate. Após a coleta dos dados, na segunda parte do experimento, foi realizado o monitoramento do pH, temperatura, luminosidade ( $L^*$ ) e CRA.

#### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Após o pré-resfriamento, as amostras foram desossadas para obtenção do peito sem osso e sem pele, sendo então realizadas as medidas de pH, temperatura e medida de luminosidade ( $L^*$ ) (1h35 *post mortem*). Cada amostra recebeu uma codificação numérica através de etiqueta branca fixada em sacos plásticos tipo “ziploc” onde as amostras ficaram acondicionadas sob refrigeração durante o período de realização do teste.

As amostras de peito de frango foram encaminhadas para câmara fria, cuja temperatura estava regulada à  $\pm 4^\circ\text{C}$ , de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1998), buscando-se deixá-las a temperaturas mais próximas ao fluxo de abate convencional, porém, em um local onde as mesmas pudessem ser manipuladas durante o momento das próximas análises: tempo 1 a 10 (Figura 3). Cada tempo representa um período de câmara fria, sendo: tempo 1 (2h35 *post mortem*), tempo 2 (3h35 *post mortem*), tempo 3 (5h35 *post mortem*), tempo 4 (8h35 *post mortem*), tempo 5 (11h35 *post mortem*), tempo 6 (14h35 *post mortem*), tempo 7 (17h35 *post mortem*), tempo 8 (20h35 *post mortem*), tempo 9 (23h35 *post mortem*), tempo 10 (25h35 *post mortem*).



**Figura 3 – Fluxograma de abate com fluxo convencional de processo e fluxo com esquema de obtenção das amostras e períodos de análises.**  
 Fonte: Autoria própria.

## 4.2 MEDIDAS DE pH E TEMPERATURA

As medidas de pH e temperatura foram realizadas em duplicata com auxílio de um potenciômetro equipado com eletrodo de inserção da marca Testo, com leituras na porção crânio ventral das amostras, de acordo com as descrições de Oda et al. (2004). O aparelho foi calibrado em solução tampão de pH 4,0 e pH 7,0, (Figura 4).



**Figura 4 – Medida de pH em duplicata das amostras**  
Fonte: Autoria própria.

## 4.3 DETERMINAÇÃO DA LUMINOSIDADE (L\*)

Para esta análise foram utilizadas as mesmas amostras da determinação de pH, com leituras em triplicata na face crânio ventral das amostras (SOARES et al., 2002). A medida de cor foi realizada utilizando colorímetro Minolta calibrado previamente. Os valores de luminosidade L\*, a\* (componente vermelho-verde) b\* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB (Figura 5).



**Figura 5 – Medida de L\* em triplicata das amostras**  
**Fonte: Autoria própria.**

#### 4.4 CLASSIFICAÇÃO DA CARÇA DE FRANGO EM PSE E NORMAL

Os filés de frango com valores de  $L^*_{24h} \geq 53$  e  $pH \leq 5,8$  foram classificados como PSE e os com valores intermediários  $44 < L^*_{24h} < 53$  e  $5,8 < pH < 6,2$  como normal, segundo Soares et al. (2002).

#### 4.5 CAPACIDADE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

A análise de CRA foi realizada em duplicata, utilizando-se a metodologia descrita por Hamm (1960), a qual se baseia na pesagem em balança analítica de  $2,0 \pm 0,1g$  de amostra de carne, cortadas no sentido das fibras em formato de um cubo. Em seguida, as amostras são alocadas entre dois discos de papel de filtro circular marca *Whatman* (nº2) e entre 2 placas de acrílico, sobre o qual é colocado cuidadosamente um peso de 10 kg por 5 minutos, e então realizada uma nova pesagem (Figura 6a à 6f).



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 a fórmula:

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

Para realização destas análises, foram utilizadas 10 amostras de carnes classificadas como PSE e 10 amostras de carnes normais, sendo que CRA foi determinada após 25 horas *post mortem*.



Figura 6a



Figura 6b

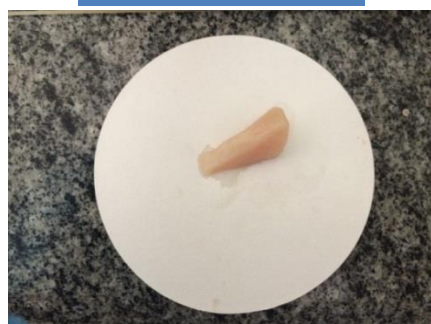


Figura 6c



Figura 6d



Figura 6e



Figura 6f

Figura 6 - Etapas do teste de CRA. a) Pesagem do disco de papel filtro; b) Pesagem da amostra; c) Amostra pesada sobre o papel filtro; d) Amostra entre duas placas de acrílico; e) Amostra com o peso de 10 kg; f) Pesagem final da amostra.

Fonte: Autoria Própria

#### 4.6 ANALISE ESTATISTICA

Para avaliar os resultados, os dados foram transcritos em planilhas utilizando-se o programa *Excel* 2010 e em seguida, foram analisados utilizando-se a análise estatística descritiva com o programa *Statistica for Windows* 10.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

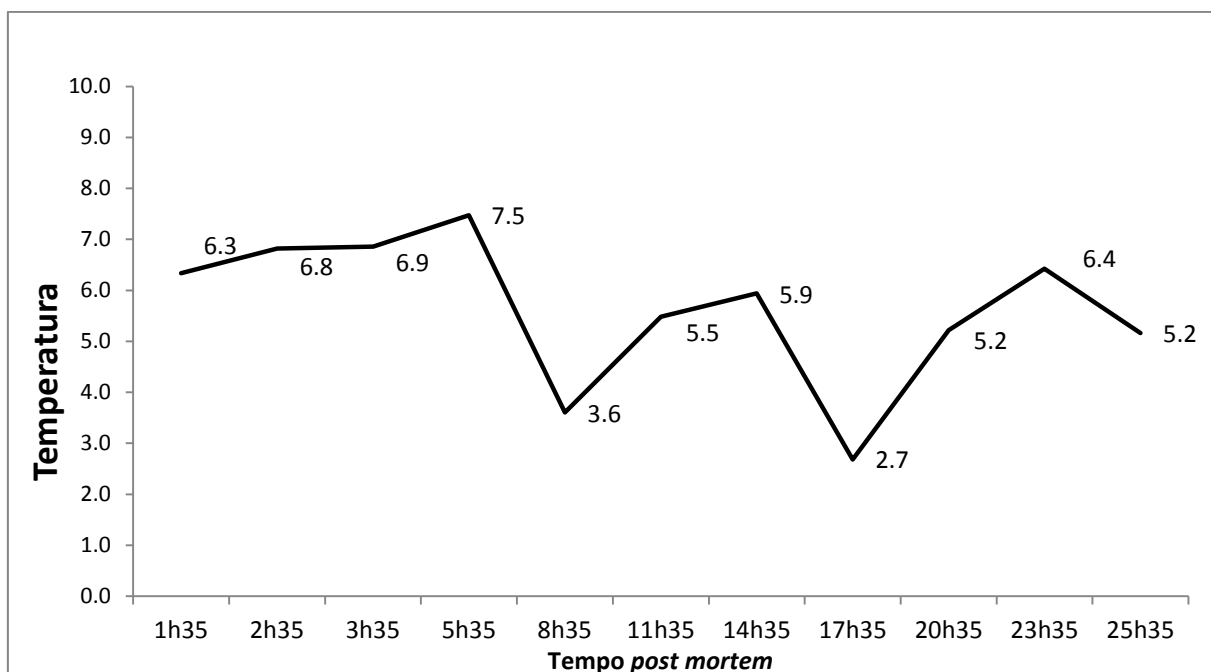
### 5.1 AMOSTRAGEM

As amostras foram obtidas de um mesmo lote de criação, sendo todas as aves fêmeas e de linhagem *Cobb*, com 50 dias de idade. A distância de transporte foi aproximadamente 90 km com um tempo de 1h30 até a chegada ao abatedouro. O abate foi realizado no mês de junho de 2015, com temperatura ambiente da área de espera de 9,8°C. O tempo de jejum pré-abate das aves foi de 10 horas.

### 5.2 ACOMPANHAMENTO DA TEMPERATURA

Segundo a Portaria nº 210, logo após a saída do *chiller* de pré-resfriamento, as carcaças devem apresentar uma temperatura igual ou inferior a 7°C, tolerando-se a temperatura de 10°C, para as carcaças destinadas ao congelamento imediato. Neste experimento, as amostras apresentaram valor de temperatura média de 6,3°C, estando, portanto, de acordo com a legislação brasileira.

Após a desossa para obtenção dos filés de peito, as amostras foram mantidas em câmara fria ( $\pm 4^\circ\text{C}$ ). De acordo com a legislação brasileira, as carnes depositadas nas câmaras de resfriamento de estocagem, devem apresentar temperatura entre  $-1^\circ\text{C}$  a  $+4^\circ\text{C}$ , tolerando-se no máximo, variação de um grau centígrado (BRASIL, 1998). O Gráfico 1, demonstra que no decorrer do trabalho, as amostras mantiveram-se sob temperatura de refrigeração, variando de 6,3 a 5,2°C, porém, ocorreram oscilações devido as variáveis de processo, onde por alguns momentos, foi colocado um maior volume de produtos na câmara de refrigeração, elevando assim, a temperatura das amostras. A variação de temperatura também pode ter ocorrido em função da manipulação das amostras em cada tempo de medição das análises de pH, temperatura e L\*.



**Gráfico 1 – Resultados das medidas de temperatura registradas logo após a saída do pré-resfriamento e durante a realização das medidas de análises durante o experimento.**

Fonte: Autoria própria.

Dentre os fatores externos que ocorrem durante o tempo transcorrido até o *rigor mortis*, a temperatura exerce uma influencia especialmente importante. A glicólise e conseqüente queda de pH, transcorrem mais lentamente quanto menor for a temperatura (PRÄNDL et al., 1994)

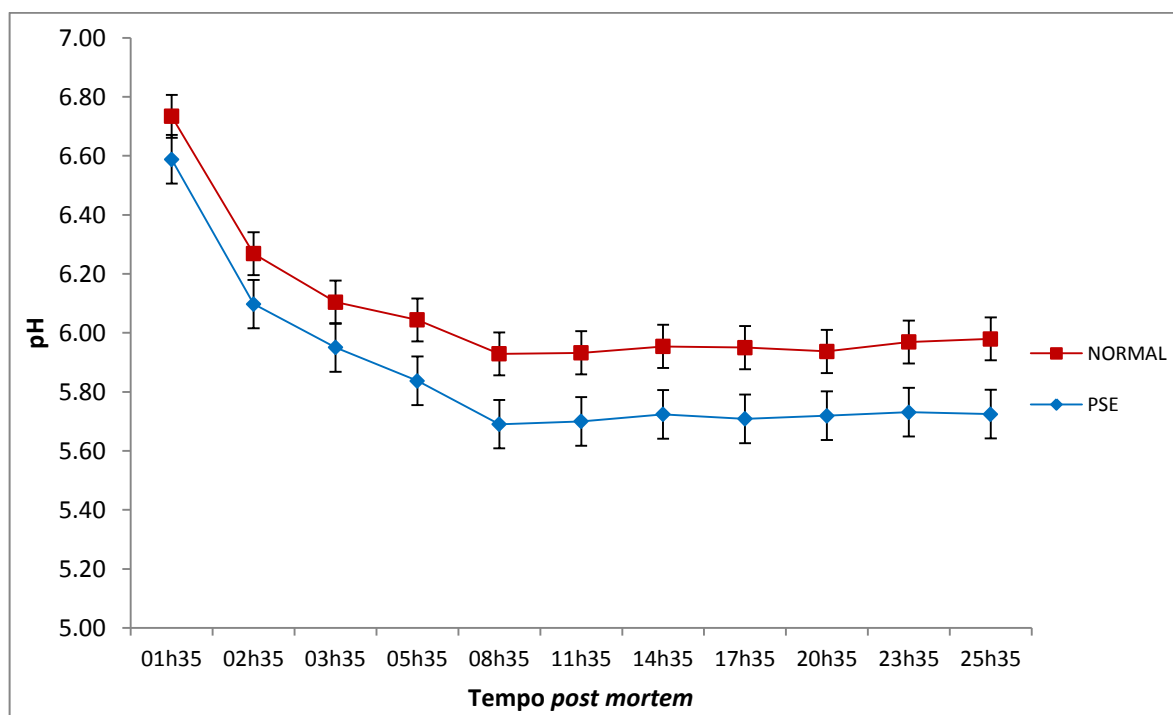
### 5.3 DETERMINAÇÃO DO pH E LUMINOSIDADE (L\*)

Do total de 35 amostras coletadas, 28,6% foram classificadas como PSE em função dos resultados de pH e Luminosidade. Esta incidência foi próxima aos resultados de outros trabalhos realizados no período de inverno como o de Queiroz (2013), com temperatura ambiente variando entre 10,6 a 18,4°C, cujo resultado médio foi de 27,5% e de Simões (2009), onde a temperatura variou de 12 a 15°C com resultado foi de e 27,2%.

Em relação ao resultado de pH, o Gráfico 2 apresenta os valores obtidos nos tempos 0 a 10 de análises. O valor inicial (1h35 *post mortem*) para carnes PSE foi de  $6,59 \pm 0,17$  e final de  $5,72 \pm 0,06$ , estando em desacordo com o encontrado por Wilhelm (2009), onde este não encontrou diferença estatística entre

o pH inicial (01h30) e pH final (24h), tendo obtido os valores de 5,81 e 5,77 respectivamente, justificando que no primeiro período de análises todo o glicogênio muscular nos filés já havia sido consumido. Em escala laboratorial, Soares et al. (2003), também encontrou resultados diferentes ao obtido neste experimento, onde 15min *post mortem*, o resultado de pH para carnes submetidas ao estresse térmico (com características típicas de carnes PSE) e normais foi de  $6,17 \pm 0,04$  e  $5,86 \pm 0,05$  respectivamente, indicando que neste período o fenômeno PSE já estava estabelecido.

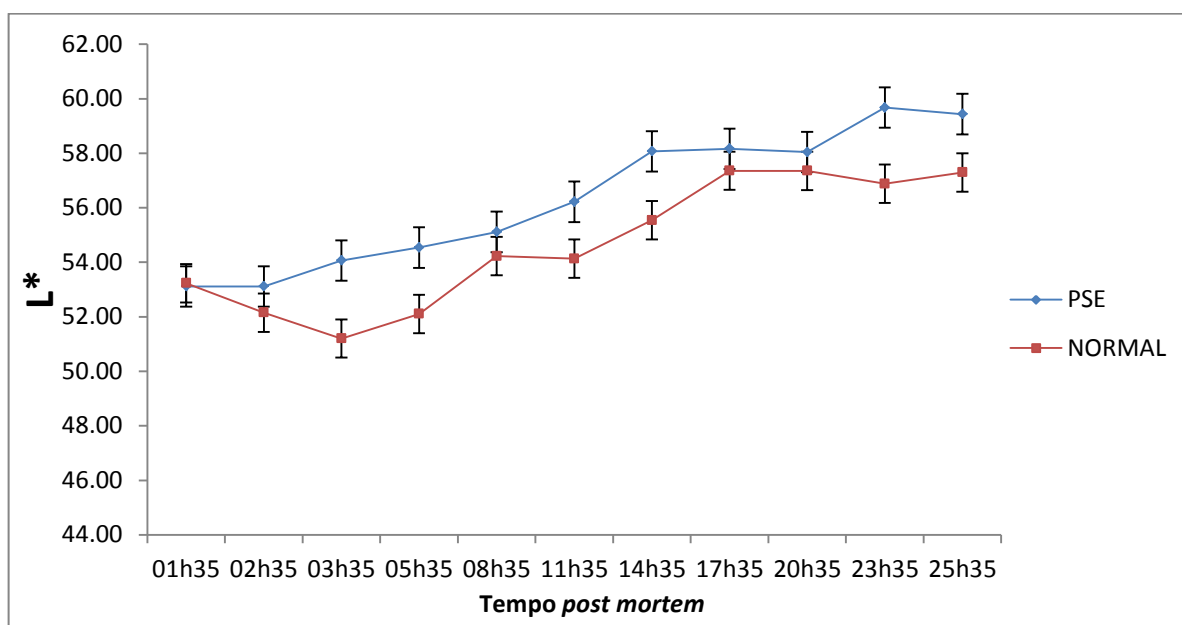
Nesta pesquisa, somente a partir do tempo de 8h35 *post mortem*, foi possível verificar um indicativo de estabilização dos resultados de pH. A partir deste tempo, a variação dos resultados foi de 5,69 a 5,72 para carnes PSE e 5,93 a 5,98 para carnes classificadas como normais. Este tempo de estabilização de pH, corrobora com os resultados de Pedrão et al. (2014), onde em seu experimento, o pH final de carcaças submetidas à refrigeração foi de 5,86, após 8h35 *post mortem*. Estes autores sugerem que o desenvolvimento de carnes PSE depende de causas multifatoriais, em especial, o gerenciamento do processo, incluindo sistemas de refrigeração.



**Gráfico 2 – Resultados obtidos para valores de pH para carnes PSE e normal durante o período de experimento.**

**Fonte: Autoria própria.**

O Gráfico 3 apresenta as médias dos valores de  $L^*$  para carnes classificadas como normais e PSE. O valor do parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) inicial (1h35 *post mortem*) foi semelhante para carnes PSE ( $53,11 \pm 1,90$ ) e normal ( $53,23 \pm 1,60$ ), uma vez que as reações enzimáticas ainda estão em plena atividade, sem haver ocorrido ainda à conversão de musculo em carne e conseqüentemente a estabilidade do tecido muscular para definição do que pode ser classificado PSE e Normal.



**Gráfico 3 - Resultados obtidos para valores de  $L^*$  em carnes PSE e normal durante o período de experimento.**

Fonte: Autoria própria.

No tempo de 3h35 *post mortem*, o resultado de  $L^*$  encontrado para carne PSE foi de  $54,07 \pm 1,55$ , entretanto, Woefel et al. (2002), relata valores de 60,41, com medições realizadas aproximadamente 3h *post mortem*.

Para a análise realizada as 14h35 *post mortem*, o valor de  $L^*$  para carnes PSE e normal foi de  $58,07 \pm 1,60$  e  $55,54 \pm 3,90$  respectivamente. Já para o pH, o resultado encontrado para carne PSE foi de  $5,72 \pm 0,06$ . Os valores de  $L^*$  diferem do encontrado por Barbut; Zhang e Marconi (2005) na mesma faixa de tempo, tendo o mesmo encontrado resultado de 57,70 para carnes PSE e 49,71 para carne normal, no entanto, o valor de pH de carnes PSE foi semelhante ao dos referidos autores (5,72). As diferenças encontradas neste experimento em relação ao de Woefel et al. (2002) e Barbut; Zhang e Marconi (2005) podem ser explicadas pelo

fato das amostras terem sido coletas em diferentes plantas de abate e períodos do ano, podendo ocorrer variações nos parâmetros de processo.

Ao final das medições (25h35 *post mortem*), o pH encontrado para carne PSE foi de  $5,72 \pm 0,06$  e normal de  $5,98 \pm 0,06$ . Já o resultado de  $L^*$  para carnes classificadas como PSE foi de  $59,44 \pm 1,51$  e normais de  $57,30 \pm 2,39$ . O valor de pH e  $L^*$  encontrado para as amostras PSE, é semelhante ao resultado 24h *post mortem* obtido por Woefel et al. (2002) (pH 5,76 e  $L^*$  59,81), embora o autor tenha obtido suas amostras em condições diferentes a este trabalho. Os dados de  $L^*$  também corroboram ao encontrado por Droval et al. (2012a), onde seu resultado foi de  $59,20 \pm 1,97$ .

Como esperado, o valor de  $L^*$  foi maior para carnes PSE em relação às normais. Esta mesma diferença foi encontrada por outros autores (DROVAL et al., 2012a; WILHELM, 2009; KOMIYAMA, 2006; BIANCHI; FLETCHER; SMITH, 2005; WOEFEL et al., 2002; QIAO et al., 2001; FLETCHER, 1999).

Embora o resultado de  $L^*$  para carnes normais tenha apresentado um valor de  $57,30 \pm 2,39$  ( $>53$ ), as carcaças foram classificadas também em função do resultado de pH ( $>5,8$ ), por isso, não estando dentro da classificação de carnes PSE.

Neste experimento, variações no valor de  $L^*$  ocorrem durante todo o período de avaliação com resultados diferentes ao encontrado por outros pesquisadores em condições diferentes de experimento, o que reforça o fato de que as variáveis de processo como: idade de abate (PETRACCI et al., 2004), estação do ano (BIANCHI et al., 2007; PETRACCI et al., 2004; MCCURDY; BARBUT; QUINTON, 1996), sistema de criação (CARVALHO et al., 2012), tempo/temperatura de resfriamento (BRESSAN; BERAQUET, 2004), podem interferir neste resultado. Mas como pode ser observado, há clássica variação de  $L^*$  entre peito de frango classificados como PSE e normal continua obedecendo a um padrão, ou seja, a luminosidade para carnes PSE é maior quando comparada com carnes normais.

Analisando-se os resultados de pH, evidencia-se um menor valor de pH para carnes PSE, causada pela grande concentração de cálcio no músculo (SOARES et al., 2003), onde ocorre o aumento da atividade de enzimas proteolíticas afetando a integridade muscular e prejudicando a funcionalidade das proteínas (WILHELM, 2009).

Quando os dados obtidos são analisados como realizado acima, observa-se que há uma constância nos tempos quando define-se que houve uma

estabilidade das reações enzimáticas e conversão do músculo em carne para definir carne PSE ou normal. De acordo com Pedrão et al. (2014) são 8h35, sendo este tempo, o mesmo indicado neste experimento, porém, estes resultados estão em contradição ao tempo de 15 minutos encontrado por Soares et al. (2003). Os três trabalhos são do mesmo grupo de pesquisa, todavia realizados em condições diferentes, pois dois foram realizados em frigoríficos diferentes e um, em condições laboratoriais.

Estudo realizado por Zhu et al. (2011) em frangos, mostrou que temperatura no início do processo *post mortem* influenciou na rápida degradação de ATP e glicogênio, induzindo, assim, uma elevada taxa de formação de lactato e queda do pH. Já Rathgeber et al. (1999) afirmam que a velocidade da queda de temperatura contribui significativamente para a perda da funcionalidade proteica da carne de perus. Evidencia-se desta forma, que as condições de temperatura de processo representam um fator importante na formação das carnes PSE.

## 5.5 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Quanto menor a CRA, maior é a perda de água. Trabalhos prévios a este, encontraram diferença significativamente menores da CRA para carnes PSE em relação às classificadas como normais (RIBEIRO et al., 2015; DROVAL et al., 2012a; WILHELM, 2009). De acordo com os resultados da Tabela 1, é possível estabelecer a mesma relação para este experimento, já que as médias das amostras ( $67,19 \pm 3,13$  e  $64,45 \pm 2,66$ ) mostram a diferença entre os filés de frango normais e PSE respectivamente. A média encontrada para filés PSE corrobora com os resultados de Ribeiro et al. (2015), onde seu resultado foi de  $64,96 \pm 3,41$  em filés de peito obtidos de diferentes linhagens de aves, porém, em condições semelhantes de abate de aves realizados neste trabalho.



**Tabela 1 – Resultados obtidos para determinação da CRA para amostras de filés normal e PSE (25h35 *post mortem*)**

	<b>Média da CRA</b>
<b>Normal (n=10)</b>	67,19±3,13
<b>PSE (n=10)</b>	64,45±2,66

**Fonte: Autoria própria.**

O menor valor de CRA para carnes PSE encontrado neste trabalho, condiz com resultados obtidos Kato et al. (2013), em experimento realizado com marcas comerciais de carcaças, onde amostras que apresentaram menor pH, tiveram também menor capacidade de retenção de água. Barbut; Zhang e Marconi (2005) descrevem que a desnaturação da proteína é mais extensiva em carnes PSE e isso afetaria diretamente a retenção de água intracelular que é então exsudada, resultando em menores valores de CRA em relação às amostras normais.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com outros já realizados por este grupo de pesquisa, onde dados semelhantes foram obtidos em diferentes plantas frigoríficas, mas que desenvolvem abate devidamente regulamentado, o que contradiz trabalhos anteriores, onde os dados foram obtidos à temperatura ambiente. Isto demonstra que as diferentes condições de abate e processamento influenciam diretamente na velocidade das reações de transformação do músculo em carne e conseqüentemente, no desenvolvimento de carnes anômalas.

Pode-se dizer que para frangos sob condições de abate comercial, a resolução do *rigor mortis* se dá após 8h35 *post mortem*.

## REFERÊNCIAS

ABPA: **RELATÓRIO ANUAL 2014**. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2015>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BARBOSA, Claudia F. **Incidência de Carnes PSE (*Pale, Soft and Exsudative*): Uso da Luz Azul na Pendura e Perda de Água em Carcaças de Frango pela Técnica de Gotejamento (*Dripping Test*)**. 2011. 75 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

BARBUT, S. Problem of Pale Soft Exsudative Meat in Broiler Chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 355-358, 1997.

BARBUT, S.; ZHANG, L.; MARCONE, M. Effects of Pale, Normal, and Dark Chicken Breast Meat on Microstructure, Extractable Proteins, and Cooking of Marinated Fillets. **Poultry Science**, v. 84, n. 5, p. 797-802, mai. 2005.

BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A Review of the Relationships of pH with Physical Aspects of Pork Quality. **Meat Science**, v. 24, n. 2, p. 85-126, 1988.

BIACHI, M. et al. The Influence of the Season and Market Class of Broiler Chickens on Breast Meat Quality Traits. **Poultry Science**, v. 86, n. 5, p. 959-963, mai. 2007.

BIACHI, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P. Physical and Functional Properties of Intact and Ground Pale Broiler Breast Meat. **Poultry Science**, v. 84, n. 5, p. 803-808, mai. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Secretaria de defesa agropecuária. **Regulamento técnico de inspeção tecnológica e higiênica sanitário de carnes de aves**. Portaria n. 210, 26 nov. 1998. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1129>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BRESSAN, Maria C.; BERAQUET, Nelson J. Tratamentos de Pré-Resfriamento e Resfriamento Sobre a Qualidade de Carne de Peito de Frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 230-235, abr./jun. 2004.

CARVALHO, Rafael H. The effects of the dark house system on growth, performance and meat quality of broiler chicken. **Animal Science Journal**, v. 86, p. 189-193, 2015.

CARVALHO, Rafael H. **Influência de Diferentes Modelos de Instalações de Frango de Corte e Ambiência de Luz Pré-Abate Sobre o Bem Estar Animal e Qualidade de Carne**. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2012.

DROVAL, Adriana A. et al. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **Journal Applied Poultry Research**, v. 21, p. 502-507, 2012a.

DROVAL, Adriana A. et al. A new single nucleotide polymorphism in the ryanodine gene of chicken skeletal muscle. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, p. 821-829, 2012b.

EADMUSIK, S. et al. Are one early muscle pH and one early temperature measurement sufficient to detect PSE breast meat in turkeys? **British Poultry Science**, v. 52, n. 2, p. 177-188, abr. 2011.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. **Poultry Science**, v.78, n. 9, p.1323-1327, 1999.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 58, n.2, p.131-145, 2002. Disponível em: <http://journals.cambridge.org/action/displayIssue?decade=2000&jid=WPS&volumeId=58&issueId=02&iid=622868>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

FUJII, Junichi et al. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Science**, Washington, v.253, p.448-451, 1991.

GUARNIERI, Paulo D. et al. Preslaughter 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, p.269-277, 2004.

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

JAMES, C. et al. The primary chilling of poultry carcasses a review. **Science Direct**, v. 29, p. 847-862, 2006.

KATO, Talita. **Qualidade da Carne de Frango: Relação com Carnes PSE e Instrução Normativa 210/1998**. 2013. 56 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

KATO, Talita et al. Broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and water release during chicken carcass thawing and brazilian legislation. **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v. 56, n. 6, nov./dez. 2013.

KISSEL, Cassiana et al. Functional properties of PSE (*Pale, Soft, Exudative*) broiler meat in the production of mortadella. **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v.52, nov. 2009.

KOMIYAMA, Claudia M. **Caracterização e Ocorrência de Carne Pálida em Frangos de Corte e seu Efeito na Elaboração de Produtos Industrializados**. 2006. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

LANGER, Roselane O. de S. et al. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and

DFD-like (Dark, Firm, Dry) meat. **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v.53, n.5, p.1161-1167, set./out. 2010.

LAWRIE, Ralston A. **Ciência da Carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LONERGAN, Elisabeth H.; LONERGAN, Steven M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 194-204, set. 2005.

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

MITCHELL, G; HEFFRON, J. J. A. Porcine Stress Syndromes. *Advances in Food Research*, v. 28, p. 167-230, 1982.

MOLETTE, C.; RÉMINGON, H.; BABILÉ, R. Modification of Glycolyzing Enzymes Lowers Meat Quality of Turkey. **Poultry Science**, v. 84, n. 1, p. 119-127, jan. 2005.

MORAES, Vitor G.; CAPANEMA, Luciana. A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil. **BNDS setorial**, n. 35, p. 119-154, 2012.

OBA, Alexandre et al. A The Effect of Management of Transport and Lairage Conditions on Broiler Chicken Breast Meat Quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. special, p. 205-211, Nov. 2009.

ODA, Sandra H. I. et al. Carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*Dark, Firm, Dry*) em aves e suínos - diferenças e semelhanças. **Revista Nacional da Carne**, v. 28, n. 325, p. 108-113, 2004.

ODA, Sandra H. I. et al. Quantitative Differential Expression of Alpha and Beta Ryanodine Receptor Genes in PSE (Pale, Soft, Exudative) Meat from Two Chicken Lines: Broiler and Layer. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 6, p. 1519-1525, Nov./Dec. 2009.

OLIVO, Rubison et al. Dietary Vitamin e Inhibits Poultry PSE and Improves meat Functional Properties. **Journal of Food Biochemistry**, v. 25, p. 271-283, 2001.

OLIVO, Rubison; OLIVO, Nilson. **O Mundo das Carnes: Ciência, Tecnologia & Mercado**. 4. ed. Criciúma: Ed. Do autor, 2006.

OLIVO, Rubison; SHIMOKOMAKI, Massami. Fatores que Influenciam as Características das Matérias-primas e suas Implicações Tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, Massami; OLIVO, Rubison; TERRA, Nelcindo N.; FRANCO, Bernadette D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 17-27 a.

\_\_\_\_\_. Carne PSE. In: SHIMOKOMAKI, Massami; OLIVO, Rubison; TERRA, Nelcindo N.; FRANCO, Bernadette D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 85-93 b.

\_\_\_\_\_. Carne PSE em Aves. In: SHIMOKOMAKI, Massami; OLIVO, Rubison; TERRA, Nelcindo N.; FRANCO, Bernadette D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 95-103 c.

\_\_\_\_\_. Carne DFD em Frangos. In: SCHNEIDER, Juliane P.; ODA, Sandra H. I.; GUARNIERI, Paulo, D.; OLIVO, Rubison; SHIMOKOMAKI, Massami. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 105-113 d.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos – alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 130-144.

PEDRÃO, Mayka R. et al. Influence of Cooling on the Glycolysis Rate and Development of PSE (Pale, Soft, Exudative) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 58, n. 2, p. 272-277, mar./abr. 2014.

PETRACCI, M. et al. Color Variation and Characterization of Broiler Breast Meat During Processing in Italy. **Poultry Science**, v. 83, n. 12, p. 2086-2092, dez. 2004.

PIETRZAK, M.; GREASER, M. L.; SOSNICKI, A. A. Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2106-2116, 1997.

PRÄNDL, Oskar et al. **Tecnología e Higiene de la Carne**. Zaragoza: Acribia, 1994.

QIAO, M. et al. The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, mai. 2001.

QUEIROZ, Christiane A. U. **Influência de Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) na Absorção e Perda de Água por Gotejamento em Carcaças de Frango**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

RATHGEBER, B. M. et al. Thermally Induced Changes in Protein Extractability of Postrigor Turkey Breast Meat Measured by Two Methods. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 6, p. 1005-1009, 1999.

RIBEIRO, Kesia P. et al. Análise da Relação Umidade/Proteína em filés PSE de frangos em conformidade com a instrução normativa 32/2010. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 459, p. 76-84, ago. 2015

SAMS, A. R. Meat Quality During Processing. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 798-803, mai.1999.

SCHNEIDER, Juliane P. **Carne DFD em Frangos**. 2004. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2004.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidade em Ciência e Tecnologia de Carnes**.



São Paulo: Varela, 2006.

SIMÕES, Gislaine S. **Microambiente Térmico no Transporte de Frangos no Verão e Inverno e Ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exsudative*) e Análogo ao DFD (*Dark, Firm, Dry*) em Filés de Peito (*Pectoralis major*)**. 2009. 122 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

SOARES, A. L. et al. Variation in the colour of brazilian broiler breast fillet. **Proceedings International Congress of Meat Science Technology**, Roma, v.48, n. 2, p. 540-541, 2002.

SOARES, Adriana L. et al. Phospholipase A2 Activity in Poultry PSE, Pale, Soft, Exudative, Meat. **Journal of Food Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 309-320, set. 2003.

SPURIO, Rafael S. **Melhoria nas Condições de Transporte Visando o Bem-Estar e Qualidade da Carne de Frangos**. 2012. 59 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

VAN-LAACK, R. L. J. M. et al. Characteristics of Pale, Soft, Exudative Broiler Breast Meat. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, mar. 2000.

WILHELM, Allan E. **Atividade Proteolítica e Ultraestrutura do Filé de Peito de Frango PSE (*Pale, Soft, Exudative*)**. 2009. 68 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

WISMER-PEDERSEN, J. Quality of Pork in Relation to Rate of pH Change Post Mortem. **Journal of Food Science**, v. 24, n. 6, p. 711-727, nov. 1959.

WOELFEL, R. L. et al. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p.579-584, abr. 2002.

ZHANG, Z. Y. et al. Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. **Poultry Science**, v. 91, n. 11, p. 2931-2937, nov. 2012.

ZHU, Xueshen et al. High post-mortem temperature combined with rapid glycolysis induces phosphorylase denaturation and produces pale and exudative characteristics in broiler Pectoralis major muscles. **Meat Science**, v.89, p.181-188, 2011.

ZIOBER, Iris L. **Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) de Frangos: Análise dos Transcritos do Gene Codificador da Proteína  $\alpha$ RyR**. 2009. 118 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.