

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI

*CAMPUS* TANCREDO DE ALMEIDA NEVES

CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

PREVALÊNCIA DE CARNE COM TENDÊNCIA À CONDIÇÃO PSE EM UMA  
LINHAGEM ELITE DE FRANGOS

SARAH HALLAK REIS SILVA

SÃO JOÃO DEL REI –MG

NOVEMBRO DE 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI

*CAMPUS* TANCREDO DE ALMEIDA NEVES

CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

PREVALÊNCIA DE CARNE COM TENDÊNCIA À CONDIÇÃO PSE EM UMA  
LINHAGEM ELITE DE FRANGOS

SARAH HALLAK REIS SILVA

Zootecnista

SÃO JOÃO DEL REI–MG

NOVEMBRO DE 2018

SARAH HALLAK REIS SILVA

PREVALÊNCIA DE CARNE COM TENDÊNCIA À CONDIÇÃO PSE EM UMA  
LINHAGEM ELITE DE FRANGOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João Del Rei- *Campus* Tancredo de Almeida Neves, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Orientadora: Profa. Dra. Leila de Genova Gaya (*UFSJ/CTAN*)

SÃO JOÃO DEL REI

NOVEMBRO DE 2018

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)  
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

586p Hallak Reis Silva, Sarah.  
PREVALÊNCIA DE CARNE COM TENDÊNCIA À CONDIÇÃO PSE  
EM UMA LINHAGEM ELITE DE FRANGOS / Sarah Hallak  
Reis Silva ; orientadora Leila de Genova Gaya. --  
São João del-Rei, 2018.  
35 p.

Trabalho de Conclusão (Graduação - Zootecnia) --  
Universidade Federal de São João del-Rei, 2018.

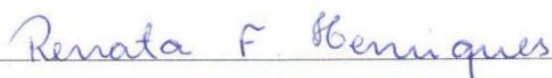
1. Qualidade de carne . 2. Aves . 3. Frango . 4.  
PSE. I. de Genova Gaya, Leila , orient. II. Título.

SARAH HALLAK REIS SILVA

PREVALÊNCIA DE CARNE COM TENDÊNCIA À CONDIÇÃO PSE EM UMA  
LINHAGEM ELITE DE FRANGOS

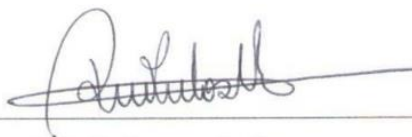
Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: 19 / 11 / 2018

Comissão Examinadora:



Renata Felisberto Henriques

Mestre em Zootecnia



Priscila Renata da Costa

Biomédica



Profa. Dra. Leila de Genova Gaya

Universidade Federal de São João Del Rei

Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves

Presidente

## *DEDICATÓRIA*

Ao meus pais, por todo amor e confiança.

A minha irmã e minhas tias, pelo incentivo e carinho de sempre.

A minha filha, por me impulsionar a alcançar os meus objetivos.

## *AGRADECIMENTO ESPECIAL*

À minha orientadora **Profa. Dra. Leila de Genova Gaya**, pela receptividade e acolhimento, por ser essa pessoa e profissional exemplar, pela paciência, dedicação, ensinamentos e pelo companheirismo.

Obrigada por tudo!

## *AGRADECIMENTOS*

À **Deus**, por iluminar minhas escolhas, pela saúde e perseverança concedida.

À minha mãe **Vera** e ao meu pai **Valdeci**, por todo apoio e estrutura.

À minha irmã **Samira**, minhas tias **Valéria** e **Vânia**, ao meu noivo **Victor** e a minha filha **Ana Laura**, por todos os conselhos e abraços nos momentos difíceis.

A **Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ)**, por proporcionar essa oportunidade.

Aos professores do **Departamento de Zootecnia da UFSJ**, pelo ensino qualificado e pela contribuição em minha formação acadêmica.

Aos **Amigos** conquistados durante este período, em especial ao **Matheus** e a **Jussara**, pelo companheirismo e carinho, que essa amizade perdure por muitos e muitos anos.

## RESUMO

**SILVA, S.H.R. Prevalência de carne com tendência à condição PSE em uma linhagem elite de frangos.** 2018, 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2018.

Com o aumento na demanda pela carne de frango houve a necessidade de uma maior produção, o que foi possível através de ferramentas do melhoramento genético, porém, isso acarretou consequências desfavoráveis para a qualidade da carne dessa espécie. Um exemplo a ser citado é a carne PSE (*Pale, Soft and Exudative*), que tem como características cor pálida, textura mole e uma alta perda de água, sendo resultantes de uma brusca queda de pH enquanto a carcaça ainda está com uma alta temperatura. Diante disto, objetivou-se estimar a proporção de indivíduos com tendência à condição PSE da carne em uma linhagem elite de frangos, visando identificar perdas sensoriais e funcionais na carne dessas aves, bem como orientar a indústria quanto ao estabelecimento de estratégias de seleção e manejo nessa população. Este estudo partiu da avaliação de um banco de dados de frangos de linhagem elite, com cerca de 939 informações de qualidade de carne. As variáveis pH inicial (pHi), teor de luminosidade (L\*) e perdas por gotejamento da carne (GOT), foram agrupadas em classes nomeadas “baixo”, “normal” e “alto”. Para a caracterização da carne com tendência à condição PSE, foram considerados pHi “baixo” os valores compreendidos entre 5,54 e 5,93; L\* “alto” os valores compreendidos entre 59,1 e 66,6 e GOT “alto” os valores compreendidos entre 3,08 e 7,4. Obteve-se 1,28% de prevalência deste padrão, indicando, assim, uma baixa tendência à carne PSE nessa linhagem. Esse resultado demonstra a possibilidade de seleção contra a condição PSE, praticado pela indústria, ou uma outra possibilidade é a falta de propensão genética dessas aves. Recomenda-se que haja monitoramento constante dos aspectos sensoriais e funcionais da carne dos frangos, buscando-se manter a baixa prevalência dos aspectos sensoriais e funcionais da carne de frango, evitando ao máximo a ocorrência dessa anomalia na população estudada.

Palavra-chave: capacidade de retenção de água, perdas por gotejamento, pH, teor de luminosidade



## ABSTRACT

SILVA, S.H.R. **Prevalence of meat with a tendency to PSE in an elite broiler.** 2018, 35 s. Final paper (Undergraduation) - Federal University of São João del Rei, São João Del-Rei, 2018.

With the demand increase in the about for broiler meat, there was a need to increase the production, which was possible through genetic improvement tools, but this has led to unfavorable consequences for the meat quality in this species. An example to be mentioned is PSE (Pale, Soft and Exudative) meat, that is know by pale color, soft texture and a high drip loss, resulting from a sudden drop in pH while the carcass is still at a high temperature. The aim of this study was to estimate the proportion of individuals with a tendency to PSE of meat in an elite lineage broiler, in order to identify sensorial and functional losses in the meat of these birds, as well as to guide the industry in the establishment of selection and management strategies in this population. This study was based on the evaluation of a database of elite broiler chickens, with around 939 meat quality information. The variables initial pH (pHi), lightness (L\*) and drip losses (GOT) were grouped into classes named "low", "normal" and "high". For the characterization of the meat with tendency to the PSE condition, values between 5.54 and 5.93 were considered low; L\* "high" values ranging from 59.1 to 66.6 and "high" GOT values ranging from 3.08 to 7.4. Prevalence was 1,28% in this population for this group, indicating, therefore, low tendency to the PSE meat in this line. This result demonstrates the possibility of a possible selection made by the industry or a concern for animal welfare, reducing stress in pre-slaughter management. Another possibility is the lack of genetic propensity of these birds. It is recommended that there be constant monitoring of the sensorial and functional aspects of chicken meat, aiming to maintain the low prevalence of the sensorial and functional aspects of chicken meat, avoiding to the maximum the occurrence of this anomaly in the studied population.

Key words: water holding capacity, drip losses, pH, lightness (L\*)

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Número de observações (N), média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV, %), e valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características de qualidade de carne estudadas .....	14
<b>Tabela 2.</b>	Frequências absoluta e relativa dos intervalos assumidos para as diferentes classes das características de qualidade de carne avaliadas .....	15

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Panorama da avicultura no Brasil.....	3
2.2 Qualidade da carne de frango .....	3
2.3 Transformação do músculo em carne.....	4
2.4 Carne de frango PSE .....	5
2.4.1 pH.....	7
2.4.2 Cor.....	8
2.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA).....	8
3. OBJETIVO .....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.1 Origem dos dados .....	11
4.2 Estatísticas descritivas .....	12
4.3 Critérios para determinação da prevalência da carne com características PSE.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5.1 Estatísticas descritivas .....	14
5.2 Prevalência da carne com características PSE.....	14
5.3 Amplitude do pH final para carne com tendência à condição PSE.....	17
6. CONCLUSÃO .....	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um alto potencial produtivo em relação à carne de frango, pois de acordo com EMBRAPA Suínos e Aves, o país se encontra em primeiro lugar em âmbito mundial de exportação e em segundo como o maior produtor no ano de 2017 (EMBRAPA, 2018).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) informou que foram abatidos 6.832.221 toneladas de carne de frango no primeiro semestre de 2018 (IBGE, 2018). Esses números são reflexo dessa alta capacidade produtiva. A alta produção em uma curta escala de tempo, é decorrente do uso de ferramentas de melhoramento genético, manejo, sanidade dos animais e nutrição.

A seleção genética em frangos, que compõem o rebanho brasileiro, vem acontecendo há vários anos, sendo usados modelos intensivos em que o potencial genético é responsável por grande parte da produtividade. As principais características selecionadas para as linhagens de frango de corte são: peso aos 42 dias de idade, conversão alimentar e conformação do peito.

A qualidade da carne comercializada vem sendo cada vez mais exigida pelos consumidores e indústria, a qual é avaliada através de aspectos físico-químicos, como: aparência, textura, suculência, pH, sabor e outros. Uma condição que vem sendo bastante estudada em frangos é a carne PSE (*Pale, Soft e Exsudative*), do inglês que refere-se a carne pálida, mole e exsudativa, que leva a perdas sensoriais e funcionais dessa carne.

Dessa forma, tendo em vista a alta demanda nacional e internacional da carne de frango, é preciso aumentar a produção sem que a qualidade seja afetada tanto por fatores extrínsecos como intrínsecos, pois carcaças que não atingem o esperado são rejeitadas e desvalorizadas, gerando um prejuízo em toda a cadeia produtiva.

Teve-se como objetivo no presente trabalho estimar a proporção de indivíduos com tendência à condição PSE da carne em uma linhagem elite de frangos, visando identificar perdas sensoriais e funcionais na carne dessas aves, bem como orientar a indústria quanto ao estabelecimento de estratégias de seleção e manejo nessa população.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Panorama da avicultura no Brasil**

A avicultura tem um papel de grande importância para a economia brasileira, correspondendo em 2014 a 1,5% do PIB, além de gerar empregos de forma direta e indiretamente (ABPA, 2014). O Brasil é o maior exportador de carne de frango, totalizando uma média de 3847 mil toneladas no ano de 2017 em exportação (EMBRAPA, 2018).

A produção em grande escala de aves deve-se primordialmente ao melhoramento genético, que seleciona indivíduos com características desejáveis para uma maior produção (MADEIRA et al., 2010). Porém, o melhoramento de determinadas características como conversão alimentar, ganho de peso e conformação do músculo peitoral trouxe um impacto negativo em determinados aspectos da ave, entre eles, a carne com uma menor qualidade (LEDUR et al., 2002).

### **2.2 Qualidade da carne de frango**

A qualidade da carne de frango está ligada a toda cadeia produtiva, desde o manejo nas granjas até a recepção dessas aves no abatedouro (SIMÕES et al., 2009).

Tendo em vista, que o mercado consumidor tem se tornado cada vez mais exigente em relação aos produtos de origem animal consumidos, sendo a qualidade e a procedência um dos principais pontos almejados. Segundo Mendes & Komiyama (2011), os níveis de condenação no abatedouro são as ferramentas mais indicadas para a avaliação da qualidade de carcaça em frangos de corte. Neste contexto, as condenações podem ser por diversas causas, sendo elas: de manejo, sanitárias e as ocorridas durante o processo de abate e processamento da carcaça (MASCHIO & RASZL, 2012).

Em relação ao manejo, este engloba desde o nascimento dos pintinhos até a apanha dos animais, que pode ocasionar lesões como hematomas, fraturas e estresse (MENDES & KOMIYAMA, 2011).

Mendes & Komiyama (2011) refere-se às questões sanitárias como doenças que acometem as carcaças, como por exemplo, tumores. No processo de abate e no processamento, os mesmos autores relacionam a má sangria, despigmentação da carcaça e contaminações como exemplos destes problemas.

Dentre as deficiências na qualidade da carne de frango existem também as relacionadas aos atributos sensoriais e funcionais, tais como: cor, capacidade de retenção de água (CRA), maciez e pH. Com a finalidade de se avaliar a qualidade da carne de frango, são utilizadas algumas estratégias que levam esses atributos em consideração e que envolvem o estudo dos aspectos bioquímicos da carne no *post-mortem* (MENDES & KOMIYAMA, 2011).

### **2.3 Transformação do músculo em carne**

O tecido muscular está relacionado diretamente com a qualidade da carne, pois, no *post mortem* este passa por transformações físicas e químicas para converter-se em carne (RAMOS & GOMIDE, 2012).

Após a sangria, a oferta de oxigênio para o músculo é cessada e, conseqüentemente, a disponibilidade de ATP diminui por meio da via glicolítica aeróbica. Diante disso, é necessário o uso da glicólise anaeróbia e, com isso, ocorre a produção de ácido láctico, produto final da via glicolítica anaeróbia, que se acumula por falta da circulação sanguínea, acarretando uma queda no pH e promovendo a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas. Em virtude desse processo, ocorre uma contração permanente, as ligações de actina e miosina formam ligações rígidas de actomiosina,

ocorrendo então o *rigor mortis*, caracterizado pelo enrijecimento permanente do músculo (LAWRIE, 2005).

O *rigor mortis* demora em média 1 hora para se instalar em frangos, entretanto a queda do pH varia entre linhagens e indivíduos (RAMOS & GOMIDE, 2012). Decorrente da instalação do *rigor mortis*, o pH fisiológico sofre uma queda, a qual é decorrente à produção e o acúmulo de ácido lático (LAWRIE, 2005).

#### **2.4 Carne de frango PSE**

A carne PSE (*Pale, Soft, Exsudative*), que em tradução do inglês refere-se à carne com características pálida, mole e exsudativa, respectivamente; é um fator desfavorável para a indústria, afinal sua capacidade de retenção de água, as perdas por exsudato e a textura irão caracterizar uma carne flácida e sem cor; prejudicando os processos industriais de fabricação, causando um menor rendimento aos produtos cárneos processados, além de uma baixa aceitabilidade pelo consumidor. Embora a maior parte da incidência seja retratada em carcaças de suínos (5% a 20%), essa condição também aparece em outras espécies, principalmente em aves, por apresentarem uma musculatura com alta capacidade glicolítica anaeróbia (rica em fibras brancas e intermediárias) (RAMOS & GOMIDE, 2012).

Valores de pH menores que 5,8 são considerados anormais e irão interferir na qualidade funcional da carne (LAWRIE, 2005). O fenômeno PSE deve-se à agregação da rápida queda do pH (inferior a 5,8 em cerca de 45 minutos pós-abate) e uma alta temperatura muscular (aproximadamente 38°C), ocorrendo desta forma a desnaturação de proteínas sarcoplasmáticas e menor capacidade de retenção de água devido à desnaturação de proteínas miofibrilares (KOMIYAMA, 2006; RAMOS & GOMIDE, 2012).



Em suínos, a manifestação da carne PSE se deve a síndrome – *Porcine Stress Syndrome* (PSS) associada a um único gene autossômico recessivo chamado de *gene halotano*, causando susceptibilidade ao estresse, a alta mortalidade e uma menor qualidade da carne (FUJII et al., 1991). Essa síndrome está relacionada com a mutação que acarreta uma alta liberação de íons de  $Ca^{2+}$  do retículo sarcoplasmático, e uma diminuição na absorção de  $Ca^{2+}$  no músculo *post-mortem*, em suínos com tendência ao estresse (BAINY, 2011; RAMOS & GOMIDE, 2012).

Marchi et al. (2009) detectaram a sensibilidade de frangos sob anestesia com *halotano* para a identificação de aves propensas ao desenvolvimento de carne PSE. Como resultado, os autores relatam que frangos sensíveis ao anestésico são mais propícios a desenvolverem a carne PSE, porém é preciso considerar outros fatores como por exemplo, genéticos e de manejo pré-abate, que podem ser tão importantes quanto o gene *halotano*.

De acordo com Sutko (1996) citado por Lara et al. (2003) além de *RYR1*, a proteína receptora tipo 3 (*RYR3*), é de grande importância no controle do fluxo de cálcio nas fibras musculares em aves, relacionando à carne PSE em aves. Um estudo realizado pelo mesmo autor, onde foi feita a busca por mutações em regiões do gene receptor da rianodina tipo 3 (*RYR3*), que poderiam ter relações com a ocorrência de carnes PSE em frangos; foi constatado que o fenômeno PSE em carnes de frango não apresentou associação com as mutações de *RYR3* analisadas (LARA et al., 2003).

Ainda não está esclarecida a origem genética da carne PSE em frangos (DROVAL et al., 2012; ODA et al., 2009). Sabe-se que mais de uma mutação genética pode predispor as aves ao estresse e assim ocasionar a condição PSE em frangos, envolvendo fatores genéticos e ambientais que também influenciam nessa ocorrência (BARBUT, 2008).

Dentre os fatores ambientais que proporcionam a carne PSE em frangos, está o manejo pré-abate: estresse térmico, tempo e distância do transporte, tempo de espera e o período de jejum (KAISER, 2016).

Estudos em carcaças de frangos comerciais vem mostrando uma elevada incidência da carne PSE dessa espécie no Brasil, variando entre 27,5 e 82,7%. (SIMÕES, 2009; KAISER, 2013; QUEIROZ, 2013). Para a classificação da carne PSE, são usados como parâmetros de análise: o pH, a cor e a capacidade de retenção de água (CRA).

#### **2.4.1 pH**

Como retratado anteriormente, o pH da carne é uma consequência das reações glicolíticas no *post-mortem*, além de fatores genéticos e ambientais como estresse e temperatura, que irão influenciar na queda acentuada desse pH.

Ristić & Klaus (2010) assumiram que a qualidade da carne de frango pode ser prevista pelo pH inicial e utilizaram os seguintes valores como critério: pH menores que 5,8 foi classificado como PSE, pH entre 5,9 e 6,2 normais. Esses valores também são apontados na literatura por Ramos & Gomide (2012).

O pH final é de grande importância para caracterizar a carne PSE, pois através dele tem-se um acompanhamento da glicólise muscular *post mortem*; além da correlação com qualidades importantes da carne, como o CRA cor e textura (RAMOS & GOMIDE, 2012). Esse é determinado por eletrodo de penetração, diretamente no peito das aves, 24 ou 48 horas *post mortem*, mantendo-se o peito refrigerado (MENDES & KOMIKAMA, 2011). Medić et al. (2009) relatou que o frango PSE é frequentemente caracterizado com valores de pH final menores que 5,6; já Ramos & Gomide (2012) assumem valores de pH final menores que 5,4.

### **2.4.2 Cor**

A cor é o critério de seleção principal do consumidor, pois é através dela que o consumidor decide ou não adquirir o produto. De acordo com Lawrie (2005), quanto mais rápida for a queda do pH, mais agravada é a desnaturação das proteínas e mais pálida a carne.

Para uma avaliação dessa característica, é usado o sistema de CIELab (Comissão International de l'Eclairage, 1976), usando-se um colorímetro para medir as escalas de cor (luminosidade ou percentagem de reflectância, representada por L\*, variando de 0-100, de preto para o branco; a\* teor de vermelho ao verde; b\* teor de amarelo e azul) (SIMÕES, 2009).

Qiao et al. (2001) classificaram o músculo do peito de frango em três grupos de acordo com a cor: “mais claro que o normal” para valores de L\* maior que 53, “normal” valores de L\* entre 48 e 53, e “mais escuro que o normal” em valores de L\* menores que 48. Já Soares et al. (2009) propuseram os seguintes critérios para classificação da cor da carne de peito de acordo com sua coloração: L\* maior ou igual a 53 para condições PSE e entre 44 e 53 para carne normal. Por outro lado, Kralik et al. (2014) utilizaram valores de L\* maiores que 56,76 para caracterizar carnes PSE.

### **2.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA)**

A capacidade de retenção de água tem como definição a capacidade da carne em reter sua umidade durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem e/ou centrifugação (SÁ, 2004).

Está relacionada ao aspecto da carne antes do cozimento, o comportamento durante o cozimento e à palatabilidade do produto, sendo característica de grande importância tanto para o consumidor, como, para a indústria. A perda excessiva de água não é desejável nem ao consumidor e tampouco à indústria; pois provoca perdas nas

características sensoriais da carne (textura, maciez, coloração e suculência) e assim tornando a carne menos atrativa. Além das perdas de peso e palatabilidade, estas perdas causam problemas para a indústria no que diz respeito ao rendimento e a qualidade dos produtos pós-processados (ROQUE-SPECHT et al., 2009).

Mendes & Komiyama (2011) descrevem que o parâmetro avaliativo da CRA pode ser por meio da força da gravidade (perdas no gotejamento), por tratamentos térmicos, pressão em papel filtro ou centrifugação; e para a avaliação da capacidade de retenção de água geralmente utiliza-se o músculo peitoral da ave (*Pectoralis major*).

Um trabalho realizado por Kralik et al. (2014) caracterizou a carne PSE com valores de CRA através do método de perdas por gotejamento, sendo esse valor maior que 3,45%, já Garcia et al. (2010) usou valores maiores que 2,62%. Da mesma forma Kato (2013), ao realizar um trabalho concluiu que a CRA foi menor para valores mais baixos de pH. Percebe-se, por tanto que o teste CRA é de grande valia, pois é a forma de estimar o rendimento, a qualidade dos produtos e o resultado econômico para a indústria.

Uma forma rápida de diferenciar uma carne PSE das demais, é com a análise da cor da carcaça dos frangos, percebendo-se que quanto menor o pH, maior será o valor de L\*, e menor será a CRA (BARBUT et al., 2008).

Evidencia-se, assim, a necessidade de avaliação desses parâmetros na investigação da prevalência da carne PSE em frangos.

### **3. OBJETIVO**

Este trabalho teve como objetivo estimar a proporção de indivíduos com tendência à condição PSE da carne em uma linhagem elite de frangos, visando identificar perdas sensoriais e funcionais na carne dessas aves, bem como orientar a indústria quanto ao estabelecimento de estratégias de seleção e manejo nessa população.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Origem dos dados

Os dados foram cedidos pelo Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia (GMAB) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos –USP. A base de dados de qualidade de carne continha 939 indivíduos de um rebanho elite selecionado para o desenvolvimento de uma linhagem macho, enfatizando o desempenho e as características de carcaça. Os dados foram coletados no período de Abril de 2005 a Março de 2006. Os frangos foram abatidos em Pirassununga-SP, em planta frigorífica semi-industrial. As variáveis de qualidade da carne foram registradas no músculo *Pectoralis major* de acordo com Gaya et al. (2011), conforme descrito a seguir.

As aves foram submetidas a um jejum de 10 horas antes do abate. O transporte dos frangos para a planta de processamento ocorreu durante a noite e durou cerca de 6 horas, com 2 horas de descanso. A eletroanestesia usada para o atordoamento dos frangos foi com tensão de 40 V, frequência de 60 Hz e uma corrente de 45 mA por ave, por 9 segundos. A sangria dos frangos durou 3 minutos. Antes da remoção das penas, os frangos foram imersos em água a 57 °C por 2 minutos. Após a evisceração, as carcaças foram resfriadas a 0-4 °C dentro de água e gelo, sendo então armazenadas a 0-2 °C por 24 horas e depois desossadas.

O pH e a temperatura da carne foram aferidos inserindo-se o eletrodo aproximadamente 5 mm na porção cranial do lado direito do músculo, aos 15 minutos (pHi), diretamente na carcaça, e às 24 horas após o abate, no peito desossado e peito sem pele (pHf) utilizando-se um pHmetro digital. Os parâmetros de cor foram aferidos às 24 horas após o abate usando-se um colorímetro portátil, registrando-se o parâmetro L \* (luminosidade), segundo a escala do sistema CIELab. As medições foram registradas em três pontos no músculo, na superfície ventral o lado direito da amostra e a média desses três pontos foi considerado o valor determinado.

Para avaliação da capacidade de retenção de água da carne, amostras *Pectoralis major* do lado direito do músculo foram coletadas em 24 horas após o abate e pesadas para fornecer o peso inicial do peito (P1). Estas amostras foram então armazenadas em rede e colocadas em saco plástico a 0-2°C; e pesadas novamente após 24 horas (P2). As perdas por gotejamento (GOT), foram então calculadas da seguinte forma:  $GOT = (P1 - P2) / P1$ , assumindo-se esse parâmetro como indicador da capacidade de retenção de água da carne.

#### **4.2 Estatísticas descritivas**

Os dados foram processados no Laboratório de Melhoramento Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei, em São João del-Rei – MG. Por intermédio do *software* Visual Fox Pro® (VIDAL, 1994) foi realizada a manipulação e a checagem dos dados, eliminando-se informações incompletas ou duvidosas, identificadas por meio do uso do gráfico tipo *box-plot*.

A plotagem dos gráficos *box-plot*, bem como o cálculo das estatísticas descritivas para as variáveis estudadas, foi realizada por intermédio do pacote estatístico SAS® – *Statistical Analysis System* (SAS INSTITUTE, 2008).

#### **4.3 Critérios para determinação da prevalência da carne com características PSE**

Assumindo-se distribuição normal, por intermédio do *software* Visual Fox Pro®, essas variáveis foram agrupadas em classes, sendo o pH inicial (pHi) menor que 5,93 classificado como “baixo”, valores entre 5,93 e 6,31 classificados como “normal” e os acima de 6,31 como “alto”. Já para a variável teor de luminosidade (L\*), os valores menores que 52,74 foram classificados como “baixo”, valores entre 52,74 e 59,1 foram classificados como “normal” e os maiores que 59,1 foram classificados como “alto”. O mesmo foi feito para os valores de perdas por gotejamento (GOT), sendo os valores menores de 1,52% classificados como “baixo”, valores entre 1,52% e 3,08% foram

classificados como “normal” e acima de 3,08% foram classificados como “alto”. Foram conduzidas análises de frequência que computaram o número de indivíduos para cada classe também por intermédio do SAS®.

Estes intervalos foram estabelecidos de acordo com os valores obtidos de média e desvio-padrão para cada variável. Os valores compreendidos entre os primeiros desvios-padrão à esquerda e à direita da média corresponderam aos padrões classificados como “normal”. Valores além de dois desvios-padrão abaixo do limite mínimo do padrão normal foram classificados como “baixo” e valores acima de dois desvios-padrão abaixo do limite máximo do padrão normal foram classificados como “alto”.

Para a identificação de presença de características que indicasse teoricamente uma carne PSE, foram contabilizados os animais que apresentaram de modo simultâneo valores “baixo” de pHi, L\* “alto” e GOT “alto”. Para estes, adicionalmente, analisaram-se seus intervalos de pH final.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Estatísticas descritivas

Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas para as variáveis estudadas.

Tabela 1 – Número de observações (N), média, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV, %), e valores mínimo (MIN) e máximo (MAX) para as características de qualidade de carne estudadas

Característica	N	Média	DP	CV (%)	MIN	MAX
<b>pHi</b>	939	6,12	0,19	3,08	5,54	6,77
<b>L*</b>	939	55,92	3,18	5,68	44,08	66,60
<b>GOT (%)</b>	927	2,30	0,78	33,76	0,40	7,40
<b>pHf</b>	939	5,80	0,13	2,26	5,07	6,21

pHi = pH inicial, L\*= teor de luminosidade, GOT= perdas por gotejamento, pHf= pH final

Evidencia-se que a variação das características estudadas encontram-se dentro dos limites biológicos esperados para as mesmas.

### 5.2 Prevalência da carne com características PSE

Na Tabela 2, são apresentadas as frequências de indivíduos por classe para cada variável, conforme intervalos pré-definidos para a carne com características PSE nas aves estudadas.

O intervalo de pH<sub>i</sub> que caracteriza uma carne com tendências a aspectos PSE obtido neste estudo (Tabela 2) foi bem próximo ao descrito por Ristic & Klaus (2010) e Ramos & Gomide (2012), os quais descreveram a carne PSE com valores de pH<sub>i</sub> abaixo de 5,8.

Na literatura, Quiao et al. (2001) e Soares et al. (2012) descrevem o valor de L\* característico da carne PSE como sendo mais altos que 53, discrepante do encontrado no presente trabalho, sendo considerados valores de carne “normal” entre 52,74 e 59,1 (Tabela 2); já Kralik et al. (2014) utilizaram L\* maior que 56,76 para caracterizar a

condição PSE; sendo este valor mais próximo ao deste estudo. Essas diferenças podem estar relacionadas, entre outros fatores, à linhagem utilizada, sendo que nos trabalhos encontrados na literatura as linhagens utilizadas eram de origem comercial e a estudada neste trabalho foi uma linhagem elite.

Tabela 2 – Frequências absoluta e relativa dos intervalos assumidos para as diferentes classes das características de qualidade de carne avaliadas

<b>Característica</b>	<b>Intervalo</b>	<b>Classe</b>	<b>Frequência absoluta</b>	<b>Frequência relativa (%)</b>
<b>pHi</b>	5,54 a 5,93	Baixo	140	15,30
	5,93 a 6,31	Normal	620	67,76
	6,31 a 6,77	Alto	155	16,94
<b>L*</b>	44,08 a 52,74	Baixo	157	16,76
	52,74 a 59,1	Normal	634	67,66
	59,1 a 66,6	Alto	146	15,58
<b>GOT (%)</b>	0,4 a 1,52	Baixo	119	12,67
	1,52 a 3,08	Normal	696	74,12
	3,08 a 7,4	Alto	124	13,21

pHi = pH inicial, L\*= teor de luminosidade, GOT= perdas por gotejamento.

O parâmetro GOT foi classificado por Garcia et al. (2010) e Kralik et al. (2014), de modo que valores maiores que 2,62% e 3,45%, caracterizaram a condição PSE nesses estudos, respectivamente.

A prevalência de indivíduos nessa população que se encaixam nos aspectos da carne PSE foi um total de 12 indivíduos, ou seja, apresentaram simultaneamente valores de pHi “baixo”, valores de L\* “alto e valores de GOT “alto” conforme os padrões estabelecidos neste estudo. Este número correspondeu a 1,28% da população avaliada, porcentagem esta que é baixa quando comparada aos valores apresentados por Simões et al. (2009); Queiroz (2015) e Kaiser (2016), ao estudarem a prevalência desta condição

em linhagens de frangos comerciais, os quais encontraram valores entre 27,5 e 82,7% em diferentes épocas do ano.

Entende-se que, para essa linhagem, a carne com tendência à condição PSE não é um problema a ser considerado, devido a essa baixa prevalência. Isto pode ter ocorrido devido a alguns fatores, como pelo fato de ser a linhagem estudada composta por animais elite, já selecionada geneticamente para melhores condições de características da carne (direta ou indiretamente) (MARCHI et al., 2009), ou então pela própria falta de predisposição genética da população para à expressão de condições depreciativas da carne.

Além da predisposição genética, existem outros fatores que podem colaborar na expressão da carne PSE, como a enzima glutatina peroxidase, que é responsável por atuar como proteção em processos de mudanças oxidativas nas células (SOARES et al., 2012). Um outro fator que pode desencadear essa condição é a enzima lactato desidrogenase, responsável pela redução do piruvato em lactato, desta forma, tornando mais rápida a queda do pH (MARCHI et al., 2012). O estudo dessas enzimas podem ser uma alternativa para a indústria na seleção dessas aves, tendo em vista que Droval et al. (2012) e ODA et al. (2009) declaram que em aves a condição PSE não é bem esclarecida, o que já pode estar ocorrendo, direta ou indiretamente.

Em contrapartida, levando em consideração o reportado por Marchi et al. (2009), as condições pré-abate são tão importantes para o aparecimento da carne PSE quanto a predisposição genética, havendo a hipótese de as aves estudadas não terem passado por condições estressantes no pré-abate, e dessa forma a condição PSE não foi desencadeada. Caso isto tenha acontecido, é um indicativo da preocupação por parte da indústria quanto ao bem-estar e à qualidade da carne.

Por mais que neste estudo, a porcentagem de carne com características PSE tenha sido baixa diante do reportado na literatura, conforme descrito anteriormente, faz-se necessário o monitoramento constante das condições de bem-estar em que as aves se encontram, tanto nas granjas como nos momentos que antecedem o abate (SIMÕES et al., 2009) pois essas são responsáveis pela qualidade final da carne. A investigação de fatores genéticos e não genéticos que depreciam os aspectos sensoriais e funcionais da carne de frango deve ser permanente para que seja possível o estabelecimento de estratégias de manejo e de seleção nestas populações.

Recomendam-se estudos futuros envolvendo os intervalos das classes de  $pH_i$ ,  $L^*$  e GOT aqui utilizados, visando o monitoramento constante das condições depreciativas da qualidade da carne nesta linhagem, uma vez que tanto o protocolo de seleção quanto as práticas de manejo aplicadas podem sofrer alterações em uma população. Além disso, propõe-se o mesmo tipo de estudo envolvendo outros intervalos, a serem estabelecidos conforme outros critérios.

### **5.3 Amplitude do pH final para carne com tendência à condição PSE**

Ramos & Gomide (2012) relatam a importância do pH final para que haja um acompanhamento da glicólise muscular *post mortem*. Para os 1,28% dos indivíduos da população com carne de aspecto PSE, o intervalo encontrado de  $pH_f$  foi de 5,55 a 6,02. Isso é indicativo de que a maioria das carcaças avaliadas não apresentam tendência às condições PSE, pois, de acordo com Medić et al. (2009) os valores de  $pH_f$  devem ser menores que 5,6 em carne de frango PSE.

Já Ramos & Gomide (2012) reportaram o valor de 5,4 para o  $pH_f$  da carne PSE, valor este abaixo do limite inferior do intervalo avaliado nesse estudo.

## **6. CONCLUSÃO**

A prevalência da carne com tendência à condição PSE foi baixa na linhagem avaliada, sugerindo que a indústria já esteja realizando uma seleção de forma direta ou indireta nesses animais para esse tipo de característica.

Recomenda-se que haja monitoramento constante, tanto com seleção genética como quanto à preocupação com o bem estar do animal, buscando-se sempre controlar a prevalência dessa condição.

Sugere-se o mesmo tipo de estudo envolvendo outros intervalos, a serem estabelecidos conforme outros critérios.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal - O Brasil Avícola**. Disponível em:  
< <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>> Acesso em 12 de nov de 2018.
- BAINY, A. M. **Parâmetros genéticos de característica de carcaça e da qualidade da carne de aves oriundas de cruzamento recíproco**. 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – São Paulo, Julho de 2011.
- BARBUT, S.; SOSNICKI, A. A.; LONERGAN, S. M.; KANAPP, T.; CIOBANU, D. C.; GATCLIFFE, L. J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E. W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v. 79, p. 46-63, 2008.
- DROVAL, A. A.; BINNECK, E.; MARIN, S. R. R.; PAIÃO, F. G.; OBA, A.; NEPOMUCENO, A. L.; SHIMOKOMAKI, M.; A new single nucleotide polymorphism in the ryanodine gene of chicken skeletal muscle. **Genetics and Molecular Research**, v. 11, n. 2, p. 821-829, 2012.
- EMBRAPA. **Central de Inteligência de Aves e Suínos – Estatística Frango de Corte**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo> Acesso em: 05 de novembro de 2018.
- SÁ, E. M. F. A influência da água nas propriedades da carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.325, p.51-54, 2004.

FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; LEON, S.; KHANNA, V. K.; WEILER, J. E.; O'BRIEN, P. J.; MACLENNAN, D. H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Science**, v. 253, n. 5018, p. 448-451, 1991.

GARCIA, R. G.; FREITAS, L. W.; SCHWINGEL, A. W.; FARIAS, R. M.; CALDARA, F. R.; GABRIEL, A. M. A.; GRACIANO, J. D.; KOMIYAMA, C. M.; Paz, I. C. L. A. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 4, p. 233-237, 2010.

GAYA, L. G.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S.; MATOOS, E. C.; COSTA, A. M. M. A.; FILHO, T. M.; ROSA, A. F., FELICIO, A. M.; ELER J. P. - Estimates of heritability and genetic correlations for meat quality traits in broilers. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 6, p. 620-625, 2011.

IBGE. **Instituição Brasileira de Geografia e Estatística – Estatística Econômica.**

Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20523-em-2017-cresce-abate-de-bovinos-e-suinos-mas-cai-o-de-frangos> Acesso em: 05 de novembro de 2018.

KAISER, T. R. **Determinação de curva glicolítica em carcaças de aves PSE (Pale, Soft, Exsudative) e normal em linhas de abate industrial.** 2016. 41f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – Paraná, 2016.

- KATO T.; **Qualidade da carne de frango: Relação com carnes PSE e instrução normativa 210/1998**. 2013. 56f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – Paraná, 2013.
- KOMIYAMA, C.M. **Caracterização e ocorrência de carne pálida em frangos de corte e seu efeito na elaboração de produtos industrializados**. 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu – São Paulo, 2006.
- KRALIK, G.; DJURKIN, I.; KRALIK, Z.; SKRTIC, Z.; RADISIC, Z. Quality indicators of broiler breast meat in relation to colour. **Animal Science Papers and Reports**, v. 32, n. 2, p. 173-178, 2014.
- LARA, J. A. F.; NEPOMUCENO, A. L.; LEDUR, M. C.; IDA, E.; SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE em Frangos. Ocorrência de Mutações no Gene Receptor da Rianodina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. n.5, p.112-112, 2003.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6ª.Edição. Artmed Editora, Editorial Acríbia AS. Porto Alegre, p. 383, 2005.
- LEDUR M. C., BERTANI G. R., NONES K. Genômica nos programas de melhoramento genético avícola. **EMBRAPA Suínos e Aves**, 2002.
- MADEIRA, L. A.; SARTONI, J. R.; ARAUJO, P. C.; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; PEZZATO, A. C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.



- MARCHI, D. F.; OBA, A.; ZIOBER, I. L.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Development of a gas chamber for detecting broiler chicken halothane sensitivity and PSE (Pale, Soft, Exudative) meat formation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. SPE, p. 189-194, 2009.
- MARCHI, D. F.; SANTILLI, J. C.; SOARES, A. L.; SANTOS, G. R.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Atividades de creatina quinase e lactato desidrogenase na identificação de frangos com estresse e filés PSE (pale, soft, exudative). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, 2012.
- MASCHIO, M. M.; RASZL, S. M. Impacto financeiro das condenações post-mortem parciais e totais em uma empresa de abate de frango. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, p. 26-38, 2012.
- MEDIĆ, H.; VIDAČEK, S.; SEDLAR, K.; ŠATOVIC, V.; PETRAK, T. Utjecaj vrste i spola peradi te tehnološkog procesa hla" enja na kvalitetu mesa. **Meso: prvi hrvatski časopis o mesu**, v. 11, n. 4, p. 222-231, 2009.
- MENDES, A.A; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 352-357, 2011.
- ODA, S. H. I.; NEPOMUCENO, A. L.; LEDUR, M. C.; OLIVEIRA, M. C. N.; MARIN, S. R. R.; IDA, E. I.; SHIMIKOMAKI, M. 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**, v. 52, n. 6, p. 1519-1525, 2009.

- QIAO, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K. 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, 2001.
- QUEIROZ, C.A.U. **Influências de carne PSE (*Pale, Soft, Exudative*) na absorção e perda de água por gotejamento em carcaças de frango**. 2015. 33f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina - Paraná, 2015.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L.A.M. **Qualidade de Carnes Fundamentos e Metodologias**. Editora UFV, 1ª edição :2007, 2ª reimpressão 2012.
- RISTIĆ, M.; KLAUS, D. The meaning of pH-value for the meat quality of broilers-influence of breed lines. **Tehnologija mesa**, v. 51, n. 2, 2010.
- ROQUE-SPECHT, V.F.; SIMONI, V.; PARISE, N.; CARDOSO, P. G. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 15, n. 1-4, 2009.
- SOARES, A. L.; SHIMOKOMAKI, M.; MENDONÇA, F. J.; ALMEIDA, J. N.; MARCHI, D. F.; ALMEIDA, G. R. Secreted phospholipase A2 and glutathione peroxidase activities in chicken PSE (pale, soft, exudative) meat. Atividades de fosfolipase A2 secretada e glutathione peroxidase em filés PSE (pale, soft, exudative) de frango. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. a00101s1, p. 3103-3110, 2012.
- SAS INSTITUTE. **Statistical analysis systems user's guide**. Version 9.2. Cary: SAS Institute Inc., 2008.

SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T.; ROSSA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. L.

Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. SPE, p. 195-204, 2009.

VIDAL, A.G.R. **FoxPro for Windows Básico**. Rio de Janeiro: Editora LTC, p.638,1994.