

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE FÍSICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS*  
*DORSI* DE SUÍNOS EM DUAS DIFERENTES CLASSES  
SEXUAIS**

LAÍS FERNANDA BRUNHARA

JABOTICABAL – SP  
Julho/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE FÍSICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE SUÍNOS EM DUAS DIFERENTES CLASSES SEXUAIS**

LAÍS FERNANDA BRUNHARA

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hirasilva Borba  
**Coorientadora:** Ms. Érika Nayara Freire Cavalcanti

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em ZOOTECNIA.

JABOTICABAL – SP  
Julho/2021

B895q  
Brunhara, Laís Fernanda  
Qualidade física do músculo Longissimus dorsi de suínos em duas diferentes classes sexuais / Laís Fernanda Brunhara. -- Jaboticabal, 2021  
28 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Hirasilva Borba  
Coorientadora: Érika Nayara Freire Cavalcanti

1. Suínos Criação. 2. Carne de porco Qualidade. 3. Carne de porco Comércio. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(s).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp

576  
ANUÁRIO  
2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: TECNOLOGIA

## CERTIFICADO

### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: QUALIDADE FÍSICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE SUÍNOS EM DUAS DIFERENTES CLASSES SEXUAIS

ACADÊMICO: LAÍS FERNANDA BRUNHARA

CURSO: ZOOTECNIA

ORIENTADOR: PROF.ª DR.ª HIRASILVA BORBA

CO-ORIENTADOR: Ms. ERIKA NAYARA FREIRE CAVALCANTI

PERÍODO: Semestre 1º Ano 2021

Aprovado com conceito: A  B  C

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO.  Sim  Não

Reprovado:

#### BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente PROF.ª DR.ª HIRASILVA BORBA

Membro DR.ª HELOÍSA DE ALMEIDA FIDELIS

Membro Ms. DANIEL RODRIGUES DUTRA

Jaboticabal 23 / 07 / 2021

Aprovado *ad referendum* do Conselho do Departamento em: 28 / 07 / 2021

\_\_\_\_\_  
Chefe do Departamento

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço a Deus e Santa Rita de Cassia, que me deram saúde e determinação para que meus objetivos fossem alcançados e permitiram que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, não somente acadêmica.

Agradeço meus pais, Antônio Cássio e Silvana, que não mediram esforços em todos esses anos, que foram meu apoio e incentivo nos momentos de desespero.

Obrigada meus irmãos, Júnior e Vanessa, e cunhados, Frederico e Laíse, que sempre estiveram presentes, colaborando e me dando forças para continuar.

Agradeço aos meus sobrinhos, Felipe, Maria Clara e Miguel, que compreenderam minha ausência em momentos importantes e sempre foi meu maior estímulo.

À República Ouro Fino, minha segunda família, aos companheiros de turma e demais amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade, companheirismo e apoio incondicional ao longo da caminhada universitária.

Agradeço a todos os membros do LaOra (Laboratório de Análise de Alimento de Origem Animal), que foram extremamente solícitos, pacientes e dedicados ao compartilharem vossos conhecimentos comigo.

Agradeço imensamente minha orientadora Hirasilva e minha coorientadora Erika, pelas valiosas contribuições dadas durante esse processo, pelo cuidado e carinho na fase de escrita e por tantos ensinamentos passados.

Agradeço a essa Universidade, Unesp - FCAV, direção, corpo docente e funcionários que demonstraram cumprir com a qualidade e excelência do ensino.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho. Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

## **QUALIDADE FÍSICA DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* DE SUÍNOS EM DUAS DIFERENTES CLASSES SEXUAIS**

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da classe sexual na qualidade física da carne suína. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Alimentos de Origem Animal (LaOra) do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo. Foram utilizados suínos machos castrados e fêmeas de linhagem comercial, com 168 dias de idade e peso médio de 125 kg, abatidos em abatedouro comercial. Foi comparada a qualidade física do músculo *Longissimus dorsi* entre as classes sexuais, totalizando 60 amostras com trinta repetições por tratamento. Foram realizadas análises laboratoriais para obtenção de valores de pH, cor, marmoreio, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). Os machos castrados apresentaram maior valor de  $a^*$  (9,11) em comparação com as fêmeas (8,56), assim como maior escore de marmoreio (2,69) e menor força de cisalhamento (3,87 kgf) tendo as mesmas apresentado 2,49 e 4,07 kgf, respectivamente. Neste estudo, os machos castrados apresentam carnes com maiores valores de  $a^*$ , além de mais macias de acordo com análise instrumental, quando comparado às carnes de fêmeas.

Palavras-chave: Coloração da carne, força de cisalhamento, marmoreio, suinocultura.

## **PHYSICAL QUALITY OF THE LONGISSIMUS DORSI MUSCLE OF SWINE IN TWO DIFFERENT SEX CLASSES**

**ABSTRACT:** In Brazil, besides playing an important role in food culture, pig farming plays an important role for the national economy and has great growth potential, with increasing prominence in the livestock sector. The aim of this study was to evaluate the influence of sexual class on the physical quality of pork. The study was developed at the Laboratory of Animal Food Analysis (LaOra) of the Department of da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo. Castrated male pigs and females of commercial lineage, with 168 days of age and average weight of 125 kg, slaughtered in a commercial slaughterhouse were used. The physical quality of the Longissimus dorsi muscle was compared between the sex classes, totaling 60 samples with thirty replicates per treatment. Laboratory analyses were performed to obtain pH, color, marmoree, water retention capacity (WRC), cooking weight loss (CWL) and shear force (SF). Castrated males had higher a\* value (9.11) compared to females (8.56), as well as higher marbling score (2.69) and lower shear force (3.87 kgf) with the same shown 2.49 and 4.07 kgf, respectively. In this study, castrated males have meat with higher a\* values, in addition to being softer according to an instrumental analysis, when compared to meat from females.

**Keywords:** meat coloring, shear force, marbling, pig farming.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Mercado Brasileiro de carne Suína.....	3
3.2 Qualidade da carne Suína.....	5
3.2.1 pH.....	6
3.2.2 Cor.....	6
3.2.3 Marmoreio.....	7
3.2.4 Capacidade de Retenção de água (CRA).....	8
3.2.5 Perda de Peso por Cocção (PPC).....	8
3.2.6 Força de Cisalhamento (FC).....	8
3.3 Classe sexual x Qualidade da carne.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1 Análises Laboratoriais.....	11
4.1.1 pH.....	11
4.1.2 Cor.....	11
4.1.3 Marmoreio.....	11
4.1.4 Capacidade de Retenção de água (CRA).....	12
4.1.5 Perda de Peso por Cocção (PPC).....	12
4.1.6 Força de Cisalhamento (FC).....	12
4.2 Análise Estatística.....	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
6. CONCLUSÃO.....	14
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores de pH, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), escore de marmoreio, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de suínos de diferentes sexos.....	<b>13</b>
---	-----------

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Aumento da venda de proteína animal no Brasil.....4
- Figura 2.** Padrão fotográfico de escore de marmoreio.....11

## 1. Introdução

A suinocultura tem se tornado cada vez mais competitiva, principalmente através da implantação de novas tecnologias relacionadas à nutrição, genética e sanidade (RAIMUNDO et al., 2015). Sua contribuição para a produção pecuária vem aumentando em todo o mundo nos últimos cinquenta anos, e espera-se que continue crescendo pelas próximas três décadas (LASSALETTA et al., 2019). No Brasil, além de desempenhar importante papel na cultura alimentar, o mercado de carne suína é importante para a economia nacional e vem apresentando grande potencial de crescimento, se tornando um destaque no setor pecuário brasileiro diante dos resultados significativos na produção e consumo da carne suína no país, sendo esta, um componente básico na alimentação da sociedade (MONTEIRO et al., 2018).

A carne suína é vista pelos consumidores como alimento nobre, de qualidade e que atende suas necessidades nutricionais, principalmente os que buscam maior expectativa de vida e saúde (SOUSA et al., 2020). Com isso, projeta-se que o consumo e produção de carne suína no país, até o ano de 2027, tenha um crescimento de aproximadamente 30%, ocupando a terceira colocação no ranking nacional (SOUSA et al., 2020). Trata-se da fonte de proteína animal mais consumido no mundo, com sabor diferenciado e único. Sua cadeia produtiva é organizada e voltada para garantir sua qualidade (FAO, 2020).

Atualmente, o elevado padrão de qualidade da carne suína é atribuído à produção de carcaças com elevado rendimento muscular, além da implantação e avanço de padrões sanitários e de segurança dos alimentos (BERTOL et al., 2010). Portanto, a produção de carcaças que garantam quantidade e qualidade de carne se tornou o principal objetivo do mercado e indústria de criação de suínos (MONTEIRO, 2007). Neste contexto, tem-se estudado a influência do sexo como um fator que pode afetar as características de carcaça e qualidade de carne dos suínos, pois os hormônios sexuais demonstram contribuir para as diferenças no metabolismo muscular proteico (MONTEIRO et al., 2018). Acredita-se que ação dos hormônios sexuais tem efeito sobre o potencial de crescimento, consumo e eficiência alimentar dos suínos, principalmente nas fases de crescimento e terminação, influenciando significativamente na qualidade da carne (FAGUNDES et al., 2009).

## 2. **Objetivo**

Avaliar a influência da classe sexual na qualidade física do musculo *Longissimus dorsi* de suínos.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Mercado Brasileiro da Carne Suína

Devido ao seu elevado crescimento, eficácia e competitividade a suinocultura é considerada uma das áreas mais avançadas do setor pecuário (ROSA et al., 2014). A carne mais consumida no mundo é a suína (USDA, 2017), patamar alcançado devido a sua versatilidade no mercado e padrão de qualidade. O elevado padrão de qualidade da carne suína, na última década, é atribuído à produção de carcaças com elevado rendimento muscular e baixo conteúdo de gordura, e a implantação de padrões sanitários e de segurança dos alimentos comparáveis ou superiores aos de outras carnes (BERTOL et al., 2010).

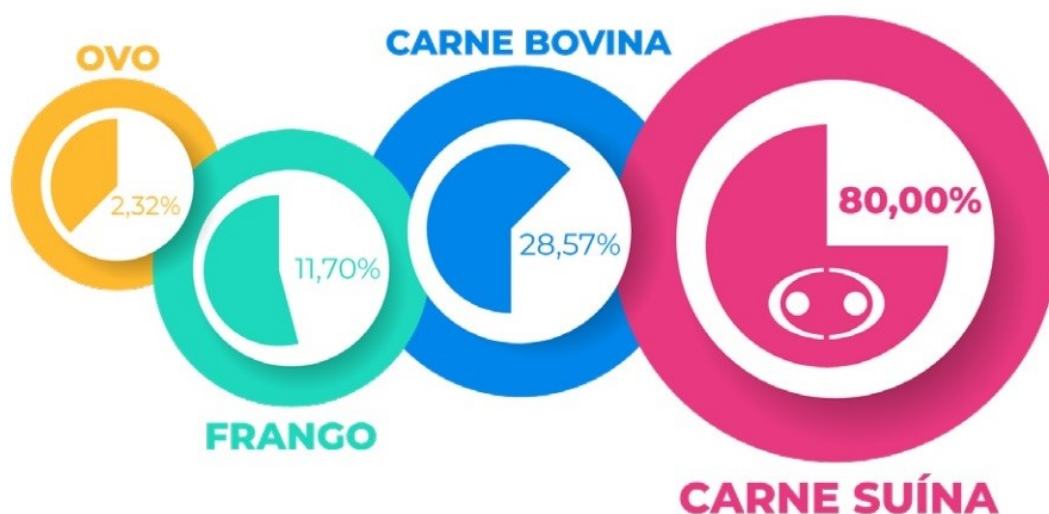
O aumento da demanda global por essa proteína animal vem apresentando novas oportunidades para o mercado consumidor e exportador (FAO, 2021). No Brasil a carne suína é apontada como a proteína animal que mais cresce em produção no país, em 2020 observou-se um aumento na produção (4,436 Milhões ton) de 11,37% em relação a 2019 (3,983 Milhões ton). As empresas suínícolas estão localizadas no interior do Brasil, estabelecidas em sua grande maioria nas regiões sul, sudeste e centro oeste, promovendo a economia de regiões afastadas dos grandes centros e gerando milhares de empregos diretos e indiretos nas regiões onde estão situadas (ABPA, 2021).

No cenário atual, o Brasil é o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína. Entre os estados exportadores, Santa Catarina segue na liderança, com 55,5 mil toneladas exportadas em junho (+22,04%), seguida por Rio Grande do Sul, com 30,3 mil toneladas (+19,89%) e Paraná, com 13,3 mil toneladas (-11,29%) (ABPA, 2021). As exportações brasileiras de carne suína (produtos in natura e processados) alcançaram 108,8 mil toneladas em junho, superando em 13,2% o resultado alcançado no mesmo período de 2020. Obtendo o segundo melhor desempenho mensal da história do setor (superando apenas março deste ano), as exportações de carne suína em junho geraram receita de US\$ 270,2 milhões, recorde histórico no levantamento mensal para o setor. Este resultado ultrapassou em aproximadamente 37% o saldo das vendas de junho de 2020, com US\$ 198 milhões. No acumulado dos seis primeiros meses de 2021, foram exportadas 562,7 mil toneladas, volume de 17,39% superior ao registrado no

mesmo período do ano passado. Com isso, a receita das exportações entre janeiro e junho alcançou US\$ 1,349 bilhão, 25,4% superior ao alcançado no mesmo período de 2020, quando foi registrado US\$ 1,076 bilhão (ABPA, 2021). O retorno da atividade econômica ao redor do mundo tem impactado positivamente as exportações do setor suinícola brasileiro. A menor oferta em países concorrentes tem levado o Brasil a aumentar cada vez mais sua participação no comércio global de carne suína, dadas às previsões para ao longo deste ano de 2021 (ABPA, 2021).

A produção de carne suína quadruplicou nos últimos 50 anos e deve continuar crescendo pelas próximas três décadas (LASSALETTA et al., 2019). No ano passado, 77% da produção brasileira de carne suína foi destinada ao mercado interno e 23% a exportações, sendo quase 80% representadas pela Ásia (ABPA, 2021). O incentivo ao consumo desta proteína animal no país tem sido ampliado através da diversificação de produtos e do marketing promovido pelas indústrias. Desta forma, a carne suína tem ganhado cada vez mais espaço e preferência na mesa do consumidor brasileiro, atingindo uma marca de consumo per capita de 16,86 kg/hab em 2020 (IBGE, 2020). No entanto, o cenário de pandemia mundial decorrente do COVID-19 presente no último ano, influenciou diretamente o mercado global e consequentemente as exportações de carne suína in natura brasileira (USDA, 2021) e mercado interno.

**Figura 1.** Aumento da venda de proteína animal no Brasil.



Fonte: ABCS, 2021.

O aumento do consumo de carne e produtos derivados de suínos em 2020 também é reflexo da diminuição do poder de compra dos consumidores diante da

pandemia. Os gastos com alimentação entre os brasileiros cresceram, apontando um aumento de 80% em seis meses nas vendas de carne suína no país. Por se tratar de uma proteína animal mais acessível e pela mudança no hábito alimentar da sociedade, derivados da carne suína como o presunto, o apresuntado e a linguiça foram os mais buscados pelas famílias entre as proteínas animais (ABCS, 2021). Diante de todo o contexto apresentado, fica notório que a produção e comercialização de carne suína têm contribuído cada vez mais para o progresso do setor pecuário e economia brasileira.

### 3.2 Qualidade da Carne Suína

As tendências globais de consumo de carne durante o ano de 2021 estão sendo pautadas principalmente no cenário de pandemia, com hábitos que foram adquiridos e impulsionados pela crise sanitária. De acordo com uma pesquisa divulgada pelo Euromonitor International em janeiro deste ano, o novo consumidor é visto como uma pessoa que quer melhorar o mundo, buscando maneiras de tornar a vida mais confortável e segura, priorizando um consumo mais consciente. Tornou-se ainda mais importante cuidar da saúde e proteger os interesses sociais, criando um mundo mais sustentável que contribui para a redução de danos ao meio ambiente (ABCS, 2021). Com uma população mais consciente e exigente, a qualidade dos produtos cárneos vem se tornando uma prioridade para o mercado da carne (MOURA et al., 2015).

O conceito qualidade é bastante complexo por depender de fatores intrínsecos e extrínsecos, como também, dos diferentes seguimentos da cadeia suinícola (produtor, indústria e consumidor). Entretanto, são os parâmetros físico-químicos e sensoriais, que determinam a qualidade final do produto (ALVES et al., 2016). A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumido no mundo, com sabor diferenciado e marcante. Sua cadeia produtiva é organizada e voltada para garanti a sua qualidade (FAO, 2020). Uma vez que, o mercado precisa estar apto para atender as exigências dos consumidores, no que diz respeito aos aspectos de qualidade sanitária, nutricional e sensorial (ZIMERMAN et al., 2011). Reconhecida por ser a proteína mais saborosa, a carne suína é ainda rica em fósforo, vitamina B 12, ferro e potássio (ABCS, 2021). Além disso, são mais de 30 opções de cortes, de fácil preparo disponíveis nos principais mercados e açougues, oferecendo o equilíbrio necessário para o dia a dia, com quantidade de

gordura menor se comparado a outras carnes e preço bastante atrativo para o consumidor (ABCS, 2021).

### **3.2.1 pH**

Parâmetros de qualidade da carne como potencial hidrogeniônico (pH), a capacidade de retenção de água e a perda de peso por cocção também abrangem as exigências dos mercados consumidores. Quando o animal é abatido, a circulação sanguínea cessa fazendo com que o oxigênio e a glicose não cheguem mais as células, mudanças intensas ocorrem nos músculos desde então, devido a não remoção dos produtos metabólicos celulares. Assim, os músculos buscam o glicogênio muscular como fonte energética alternativa, que é facilmente convertido em ácido lático e responsável pela queda do pH, fator que afeta diretamente a capacidade de retenção de água e a coloração final da carne, portanto deve-se evitar ao máximo que a reserva de glicogênio muscular possuída por cada animal seja gasta por situações estressantes no pré-abate (LUDTKE et al., 2014). O pH é um importante indicador de qualidade da carne, sua avaliação pode ser utilizada para detectar irregularidades, como PSE (pálida, mole e exsudativa) e DFD (escura, firme e seca) (LUDTKE et al., 2014). A avaliação da perda por exsudação deve ser realizada de maneira minuciosa, pois a carne in natura com altos teores de perda de água possui uma aparência não muito atraente, conseqüentemente tendo pouca aceitação no mercado. Já a carne processada é afetada pela baixa capacidade de retenção de água, limitando os processos de industrialização (LUDTKE et al., 2014).

### **3.2.2 Cor**

A aparência do produto é primordial para a aceitação na prateleira (LUDTKE et al., 2014). Assim, a cor é um dos principais atributos de qualidade da carne, constitui a primeira característica que o consumidor considera antes de tomar a decisão da compra, além de estar relacionada com outros aspectos sensoriais e tecnológicos (BRIDI et al., 2013). As variações na cor da carne suína são explicadas pelo conteúdo de pigmentos e pelas formas da mioglobina (mioglobina, oximioglobina e metamioglobina) (NOVAIS et al., 2011). A mioglobina em sua forma oxigenada faz com que a carne apresente coloração vermelho brilhante, característica de carnes cruas bem conservadas. Isso

ocorre, pois o ferro da mioglobina encontra-se no seu estado reduzido (ferroso), reagindo mais facilmente com a água e com o oxigênio (NOVAIS et al., 2011). De acordo com Olivo et al. (2001), a coloração na superfície da carne é influenciada pela absorção seletiva da luz pela mioglobina, assim como pela quantidade de líquido presente, pelas fibras musculares e proteínas. A coloração da carne pode ser determinada de diversas formas, sendo mais comum a medição por colorímetro, segundo o sistema CIELAB e seus parâmetros de cor: luminosidade ( $L^*$ ), tonalidade ( $a^*$ ) e saturação ( $b^*$ ). A avaliação da cor também é um importante fator por ser determinante para o consumidor no momento da compra, sendo a mioglobina o principal pigmento proteico que compõe a carne, podendo ser influenciado pelo estresse, assim como idade, sexo e espécie animal (LUDTKE et al., 2014). O valor de  $L^*$  determina a luminosidade no eixo vertical, variando de zero (preto puro) a cem (branco puro). Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  determinam a faixa de cor no eixo horizontal, onde  $a^*$  varia da cor verde (-a) à cor vermelha (+a) e  $b^*$  do azul (-b) ao amarelo (+b) (RAMOS E GOMIDES, 2017). O teste sensorial, com painelistas experientes, demonstrou que 52,8% deles preferiram as carnes de coloração mais escura (tipo C), por serem mais macias e suculentas (BRIDI et al., 2013).

### 3.2.3 Marmoreio

A gordura intramuscular (GIM), responsável pelo marmoreio, também é um parâmetro importante da qualidade da carne, pois está correlacionada com a maciez, sabor e suculência. Taxas entre 2,0 e 4,0% de GIM na carne suína são ideais para garantir elevada qualidade sensorial (BRIDI et al., 2013). Valores acima destes, pela percepção visual da gordura na carne, causam um efeito adverso na aceitabilidade do consumidor (BRIDI et al., 2013). A redução do teor de gordura e o aumento de carne magra na carcaça tem causado redução no conteúdo de GIM, para cada 1% de carne magra na carcaça estima-se uma redução de 0,07% da gordura intramuscular (BRIDI et al., 2013). A relação entre o tecido adiposo e o tecido muscular tem incentivado as pesquisas contemporâneas que visam harmonizar os aspectos quantitativos e qualitativos desejados da carne, equilibrando carcaças com mais carne magra, teor de gordura em níveis que garanta bom marmoreio e benefícios sensoriais (BRIDI et al., 2013). A deposição de marmoreio nos músculos dos suínos é fortemente influenciada

por fatores, tais como o sexo (EMBRAPA, 2019). A capacidade de deposição de tecido muscular pelos suínos, sob influência da atividade hormonal obedece à seguinte ordem: machos inteiros, fêmeas e machos castrados. As fêmeas apresentam menos gordura intramuscular na carcaça quando comparadas aos machos (EMBRAPA, 2021).

#### **3.2.4 Capacidade de Retenção de Água (CRA)**

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida pela habilidade da carne em reter água durante a aplicação de alguma força externa, seja através do corte, aquecimento, moagem ou prensagem, podendo ser influenciada pelas condições iniciais da proteína, pelo pH post-mortem e pela temperatura (MONTEIRO, 2007). Essas variações no pH influenciam a formação de ácido lático e conseqüentemente causa a diminuição da capacidade de retenção de água da carne. A carne com alto teor de CRA é suculenta e qualificada com alta pontuação organoléptica. Aquelas com baixa CRA perde a maior parte de sua água durante o cozimento e aparenta estar seca ao ser consumida (MONTEIRO, 2007). Do ponto de vista industrial, a CRA é importante devido às perdas de peso durante armazenamento e processamento, influenciando o rendimento, a cor dos produtos curados e a avaliação do consumidor (MONTEIRO, 2007).

#### **3.2.5 Perda de Peso por Cocção (PPC)**

A perda de peso por cocção (PPC) constitui uma medida essencial de qualidade da carne. Posto que durante o cozimento o calor provoque alterações na aparência e em suas propriedades físicas, tais como maciez e rendimento, valores altos de PPC não são apropriados. Tais valores sinalizam que a carne está perdendo elevada quantidade de água durante o processo, resultando em um produto mais duro e de menor suculência (SILVA et al., 2018).

#### **3.2.6 Força de Cisalhamento (FC)**

Pode-se avaliar a maciez da carne através de um método objetivo, medindo sua força de cisalhamento, sendo que, quanto maior a força necessária, menor será a maciez da amostra (ALVES et al., 2007).

### 3.3 Classe sexual x Qualidade da carne suína

Tem-se avaliado o sexo como fator a desempenhar importante efeito nas características da carcaça de suínos e qualidade de carne, pois os hormônios sexuais demonstram contribuir para as diferenças no metabolismo muscular proteico, uma vez que o aproveitamento da proteína na dieta está associado com a capacidade do próprio animal em converter os aminoácidos em proteína muscular (MONTEIRO et al., 2018). O rendimento de carcaça é o maior orientador econômico do sistema produtivo da carne suína, sendo que a redução desse parâmetro pode afetar a rentabilidade de toda a cadeia (MONTEIRO et al., 2018).

Na produção de suínos, existem três grupos a serem considerados: os machos inteiros, as fêmeas e os machos castrados. A ação dos hormônios sexuais tem efeito sobre o potencial de crescimento, no consumo e eficiência alimentar e na qualidade da carcaça, principalmente nas fases de crescimento e terminação (FAGUNDES et al., 2009). Hormônios sexuais esteroides, como a testosterona e estrogênio, são capazes de alterar a expressão gênica de proteínas específicas, podendo afetar a síntese proteica, por atuarem por meio de receptores nucleares, sendo deslocados para suas células-alvo através da corrente sanguínea, ligados a proteínas carreadoras (MONTEIRO et al., 2018). Estes processos metabólicos e fisiológicos são responsáveis pela deposição de carne magra, especialmente a síntese proteica, essencial para o crescimento hipertrófico e hiperplásico muscular (MONTEIRO et al., 2018). E também, podem ser influenciados por diversos fatores, como, nutricionais, genéticos, hormonais e ambientais (FAGUNDES et al., 2009). Portanto, A classe sexual pode condicionar de forma expressiva a produção de carne, sendo os machos inteiros os mais eficientes, seguidos das fêmeas e, finalmente, os castrados (FÁVERO, 2002).

Segundo Bridi et al. (2008), machos castrados submetidos a dietas semelhantes à das fêmeas, apresentam carcaças com menor rendimento de tecido magro e maior espessura de gordura na mesma idade de abate. Evidenciando a influência da classe sexual na variação das respostas de desenvolvimento corporal e diferenciação dos tecidos, à medida que a eficiência da deposição proteica e os níveis nutricionais demandados pelo animal são dependentes do genótipo, peso corporal e sexo

(LANFERDINI et al., 2012). Tal fator, é relevante para o desenvolvimento de linhagens comerciais. Uma linhagem de suínos macho desenvolvida pela Embrapa para cruzamento industrial confere alto rendimento de carne na carcaça além de alta eficiência alimentar e conseqüentemente melhorias na rentabilidade na produção suína (LIMA et al., 2018). Os reprodutores da linha Embrapa MS115 é livre do gene halotano, responsável pelo aumento da frequência de carcaças classificadas como PSE (carne de textura mole, de cor pálida e que retém pouca água), tendo assim resistência ao estresse e ótima capacidade de produzir carne de qualidade. Apresentam potencial genético para deposição de carne na carcaça acima de 60%, ótima conformação, alta concentração de carne no lombo, pernil e paleta e uma reduzida espessura de toucinho (LIMA et al., 2018).

A testosterona, em níveis normais, encontra-se em concentrações de 10-15 vezes maiores em machos que em fêmeas, estando envolvida no aumento da matriz óssea, metabolismo basal e retenção de cálcio. Por isso, machos inteiros apresentam, geralmente, maior deposição de proteína muscular que machos castrados (MONTEIRO et al., 2018). Em relação ao hormônio estrogênio, ele pode causar um pequeno aumento na proteína corporal total, tendo efeitos menos evidentes que os causados pela testosterona, demonstrando diferenças entre machos castrados, não castrados e fêmeas para variáveis de desempenho (MONTEIRO et al., 2018). Os benefícios relacionados as ações hormonais não têm sido adequadamente exploradas pela suinocultura em razão da carne de machos inteiros apresentarem odores indesejáveis provocados pela presença de níveis elevados de androsterona e escatol (MONTEIRO et al., 2007). Sendo que a testosterona parece colaborar significativamente com o aumento da massa muscular, através do aumento da síntese proteica e redução da degradação da proteína muscular, os machos inteiros apresentam melhor deposição proteica que as fêmeas, que por outro lado apresentam melhores resultados que machos castrados (MONTEIRO et al., 2018).

#### **4. Material e Métodos**

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Alimentos de Origem Animal (LaOra) do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo. Foram coletadas 60 amostras do músculo *Longissimus dorsi*, provenientes de suínos machos castrados e fêmeas de

linhagem comercial, com 168 dias de idade e peso médio de 125 kg, abatidos em abatedouro comercial. Sendo assim, foi comparada a qualidade física do músculo *Longissimus dorsi* entre as classes sexuais.

#### 4.1 Análises Laboratoriais

##### 4.1.1 pH

A mensuração de pH foi realizada por meio da inserção direta no músculo *longissimus dorsi* através da utilização de um pHmetro digital da marca Testo, modelo 205, equipado com eletrodo de penetração, 45 minutos e 24 horas *post mortem*, na porção central do músculo, localizado entre a penúltima e a última costela de cada meia carcaça direita.

##### 4.1.2 Cor

A determinação da cor foi através da utilização de um colorímetro, da marca Minolta Chrome Meter, modelo CR-400, utilizando o sistema CIELAB. Parâmetros como luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ), foram avaliados em três pontos diferentes de cada amostra do músculo *longissimus dorsi*, para garantir a uniformidade dos resultados.

##### 4.1.3 Marmoreio

O escore de marmoreio foi avaliado através dos padrões de marmorização do Conselho Nacional de Produtores de Carne Suína, com escala de 1 a 10, sendo classificado como desprovido a abundante, respectivamente (National Pork Producers Council, 1999).

Figura 2. Padrão fotográfico de escore de marmoreio



#### 4.1.4 Capacidade de Retenção de Água (CRA)

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada utilizando 2 g de amostra do músculo *longissimus dorsi*, posto entre dois papéis filtro e placas de acrílico, disposto, em seguida, sob um peso de 10 kg, por um período de 5 minutos. Posteriormente, a amostra foi pesada novamente para determinar a quantidade de água retida, através do cálculo  $(\text{peso final} \times 100) / (\text{peso inicial})$  proposto por Hamm, (1960).

#### 4.1.5 Perda de Peso por Cocção (PPC)

A perda de peso por cocção (PPC) foi determinada de acordo com a metodologia descrita no Manual de Cozimento e Avaliação Sensorial da Carne (AMSA, 2015), utilizando um grill modelo “George Foreman”. Os bifes foram pesados e cozidos até atingirem a temperatura interna de 71°C no seu centro geométrico, sendo monitorada com o auxílio de um termopar. Posterior à cocção, foram pesados novamente após atingirem estabilidade em temperatura ambiente.

#### 4.1.6 Força de Cisalhamento (FC)

A força de cisalhamento (FC) foi analisada de acordo com o método descrito por Wheeler et al., (2005). Foram cortados cilindros de carne das amostras após a cocção, com 1,27 cm de diâmetro e submetidos ao corte, perpendicularmente à orientação das fibras musculares, pelo equipamento “Warner-Bratzler” acoplado a um Texturômetro da marca Texture Analyser TA-XT2i.

### 4.2 Análise estatística

Foi utilizado um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com dois tratamentos (macho castrado e fêmea), com trinta repetições cada. Os dados foram analisados pelo Procedimento Mixed do SAS 9.3 e as médias, ajustadas pelo teste de *Tukey*, no nível de 5% de significância.

## 5. Resultados e discussão

Os resultados obtidos referentes à qualidade da carne estão apresentados na Tabela 1. Houve diferença estatística para a variável intensidade de vermelho (a\*), escore de marmoreio e força de cisalhamento (FC) entre os sexos.

**Tabela 1.** Valores de pH, luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), escore de marmoreio, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de suínos de diferentes classes sexuais.

	Média Geral		P-value	EPM
	Macho	Fêmea		
pH final	5,56	5,53	0,0536	0,0132
Valor de L*	54,66	54,76	0,8024	0,5164
Valor de a*	9,11a	8,56b	0,0198	0,1698
Valor b*	2,14	2,13	0,9493	0,1484
Marmoreio	2,69a	2,49b	0,0175	0,0759
CRA (%)	75,48	75,91	0,3584	0,4057
PPC (%)	27,22	27,99	0,2621	0,6024
FC (kgf)	3,87b	4,07 <sup>a</sup>	0,0228	0,7575

Médias seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os machos apresentaram maior valor de a\* (9,11) em comparação as fêmeas (8,56). A cor da carne é aferida pelos pigmentos de mioglobina presentes nos músculos, podendo variar de acordo com o sexo, idade e atividade física exercida pelo animal (SARCINELLI et al., 2007). Entre as classes sexuais avaliadas em trabalhos publicados anteriormente, os machos também apresentaram resultados significativos, por comumente serem mais agitados nos momentos que antecedem o abate (BRIDI et al., 2013), corroborando com os resultados aqui obtidos.

Os machos também apresentaram maior escore de marmoreio (2,69) e menor força de cisalhamento (3,87 kgf), do que as fêmeas (2,49 e 4,07 kgf, respectivamente). O sexo do animal condiciona de forma expressiva a produção de carne, sendo as fêmeas suínas mais eficientes em deposição proteica que os machos castrados (MONTEIRO et al., 2018). Os machos castrados possuem menor deposição de proteína devido à ausência de hormônios testiculares, como a testosterona que tem reconhecida função anabólica, á ausência desse hormônio diminui a síntese proteica (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; HUBER et al., 2013). Desta forma, suínos machos castrados apresentam maior consumo de ração, maior conversão alimentar e mais gordura na carcaça (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015; BATOREK et al., 2012). Assim, os suínos machos castrados, como é o caso dos animais deste estudo, possuem maior deposição de tecido

adiposo na carcaça se comparados às fêmeas, o que pode explicar os maiores teores de gordura intramuscular, responsável pelo marmoreio, apresentados por essa classe sexual.

Estudos realizados pelo Grupo de Pesquisa e Análise de Carne (GPAC) da Universidade Estadual de Londrina demonstraram que suínos de genéticas comerciais utilizadas no Brasil, abatidos com peso vivo em torno de 110 kg, apresentaram entre 2,0 a 2,5% de gordura intramuscular, e com pesos próximos a 120 kg, teores superiores a 3,0%. Entretanto, o aumento de peso de abate visando incrementar a quantidade de gordura intramuscular pode ter um efeito deletério na deposição de carne magra na carcaça, devido à correlação negativa existente entre estas duas características (BRIDI et al., 2013).

O maior escore de marmoreio encontrado na carne provinda de machos castrados pode explicar a menor força de cisalhamento apresentada nessa classe sexual. A gordura intramuscular, responsável pelo marmoreio, é um parâmetro importante da qualidade da carne estando correlacionada com maciez (BRIDI et al., 2013). O marmoreio se acumula dentro do músculo e entre os feixes de fibras musculares, tornando a carne mais macia por conter menos fibras e colágeno por unidade de volume de carne (EDUCAPOINT, 2019).

## **6. Conclusão**

A classe sexual do animal pode condicionar de forma expressiva a qualidade física da carne. Neste estudo, os machos castrados apresentam carnes com maiores valores de  $a^*$  e marmoreio, além de maior maciez de acordo com análise instrumental, quando comparado às carnes de fêmeas. Essas características podem tornar a carne de machos castrados um diferencial no mercado consumidor, já que reflete em uma possível produção de carne com textura mais macia, suculenta e visivelmente atrativa para o varejo.

## 7. Referências Bibliográficas

ALVES, M. G. M., ALBUQUERQUE, L. F., BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Essentia - Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**. 17:64-86, 2016.

AMSA - American Meat Science Association. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. 2nd ed. Champaign, 19. p. 2015.

HAMM, I. R. Biochemistry of meat hydration. NPPC marbling standards, Des Moines, USA. *Adv. Food Res*, v.10, n.2, p. 355-463, 1960. **National Pork Producers Council, 1999**.

BATOREK, N., ŠKRLEP, M., PRUNIER, A., LOUVEAU, I., NOBLET, J., BONNEAU, M., & ČANDEK-POTOKAR, M. Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immune castrated pigs. **Journal of Animal Science**, 90(12), p. 4593-4603, 2012.

BELLAVER, C., ZANOTTO, D. L., LIMA, G. J. M. M. de., LUDKE, J. V. Alimentação por sexo separado. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Acesso em: julho 2021.

BERTOL T.M., CAMPOS, R.M.L. de., COLDEBELLA, A., SANTOS FILHO J.I. dos., FIGUEIREDO E.A.P. de., TERRA, N.N., AGNES, I.B.L. **Qualidade da carne e desempenho de genótipos de suínos alimentados com dois níveis de aminoácidos**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 45:621-629, 2010.

BERTOL, T. M., OLIVEIRA, E. A. de., SANTOS FILHO, J. I. dos. Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves**. 1. cap, 38.p., 2019.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Qualidade da carne suína e fatores que influenciam**. Anais. VI Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, Chapecó, 13 a 14 de agosto de 2013. Acesso em: junho de 2021.

BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.; COUTINHO, L.L.; HOSHI, E.H.; BOROSKY, J.C.; SILVA, C.A. **Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano**. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 29, n. 3, p.713-722, 2008.

ČANDEK-POTOKAR, M., ŠKRLEP, M., & ZAMARATSAIA, G. **Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs**. In *Theriogenology*. InTech, 2017.

ČANDEK-POTOKAR, M., LUKAČ, N. B., & LABUSSIÈRE, E. **Immuno castration In Pigs**. In *Proceedings of the 4th International Congress*, vol. 325, oct, 2015.

EDUCAPOINT. **Marmoreio: faz diferença no sabor da carne?** Disponível em: <http://www.educapoint.com.br>, 2019. Acesso em: julho. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Qualidade da carne suína. **Portal Embrapa**, versão 3.108.0, 04. p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne>. Acesso em: junho. 2021.

FAGUNDES, A. C. A., SILVA, R. G., GOMES, J. D. F., SOUZA, L. W. O., FUKUSHIMA, R. S. Influence of environmental temperature, dietary energy level and sex on performance and carcass characteristics of pigs. **Revista Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 32-39, 2009.

FÁVERO, J.A. **Carne suína de qualidade: uma exigência do consumidor moderno.** Anais. Congresso Latino Americano de Suinocultura. Porkworld, Foz do Iguaçu, n. 1, p.56-66, 2002.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Apesar da pandemia, Produção Mundial de Carnes recua apenas meio por cento em 2020.** Disponível em: <https://www.suino.com.br/fao-apesar-da-pandemia-producao-mundial-de-carnes-recua- apenas-meio-por-cento-em-2020/>. Acesso em: maio. 2021.

HUBER, L., SQUIRES, E. J., DE LANGE, C. F. M. Dynamics of nitrogen retention in entire male pigs immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, 91(10), p. 4817-4825.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária.** Disponível em [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2020\\_2tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2020_2tri.pdf). Acesso em: maio. 2021.

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P.A.; MELCHIOR, R.; KLEIN, C.C.; BROCH, J.; GARCIA, G.G. **Características de carcaça e da carne de suínos machos castrados e imunocastrados alimentados com diferentes níveis nutricionais.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 42, n. 11, p.2071-2077, nov. 2012.

LASSALETTA, L., ESTELLÉS, F., BEUSEN, A. H. W., BOUWMAN, L., CALVET, S., VAN GRINSVEN, H. J. M., DOELMAN, J. C., STEHFEST, E., UWIZEYE, A., WESTHOEK, H. **Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways.** Science of The Total Environment. 15 may 2019, vol. 665, p. 739-751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.079>.

LIMA, G. J. M. M. de; FIGUEIREDO, E. A. P. de. Embrapa MS 115: suíno light. **Embrapa Suínos e Aves.** Folhetos. 2018.

LUCHIARI FILHO, A. **Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne.** Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br>, , 2001. Acesso em: julho. 2021.

LUDTKE, C.; CIOCCA, J. R.; COSTA, O. A. D.; COSTA, F. A. Interações entre manejo pré-abate e qualidade de carne em suínos. Produção de suínos teoria e prática. **Associação Brasileira dos Criadores de Suínos**, Brasília, 1.ed. 908. p, 2014.

MONTEIRO, J. M. C. **Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

MONTEIRO, A. N. T. R., HUEPA, L. M. D., CASTILHA, L. D., POZZA, P. C. Síntese proteica em suínos: como fêmeas, machos não castrados e castrados respondem a este processo? **PUBVET**, v.12, n.1, a. 14, p. 1-10, jan, 2018. Acesso em: junho de 2021.

MOURA, J.W.F., MEDEIROS, F.M. de, ALVES, M.G.M., BATISTA, A.S.M. Fatores Influenciadores na Qualidade da Carne Suína. **Revista Científica de Produção Animal**, 17:18-29, 2015.

NOVAIS, A. K. ; ANDRADE, E. L.; ANDREO, N.; BRAZ, M.B.P.; CARDOSO, T. A. B.; GIANGARELI, B. L.; BRIDI, A. M.; PACHECO, G.D.; SILVA, C. A. **Influência da reação da Mioglobina em Oximioglobina na cor da carne suína**. Universidade Estadual de Londrina, PR, 2011.

OLIVO, R., GUARNIERI, P.D., SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**. 25:44-49, 2001.

RAIMUNDO, L. M. B., BATALHA, M. O. Mercado de carne suína na cidade de São Paulo: segmentos e estratégias. **Swine meat market in Sao Paulo: segments and strategies**. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1240-14>. 22 (2), apr-jun. 2015.

RAMOS, E.M., GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Editora UFV, Viçosa, MG, 2:1-471, 2017.

REVISTA DA SUINOCULTURA. **Publicação quadrimestral da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos**. 31. ed. p. 13-25, 2021.

ROSA, L. S., COSTA FILHO, L. C. C., SOUZA, M. I. L., CORREA FILHO, R. A. C. **Fatores que afetam as características produtivas e reprodutivas de fêmeas suínas**. B. Industr. Anim, Nova Odessa, v.71, n.4, p. 381-395, 2014.

SARCINELLI, M. F., VENTURINI, K. S., SILVA, L. C. **Características da carne suína**, 2007. Acesso em: junho de 2021.

SILVA , N. N. da., GOMES, V. G. Q., SILVA, W. M. da., AMARAL, P. N. C. do., ROSA, G. G., BENFICA, L. F., CARVALHO, C. L., SALVADOR, F. M. de. **Perda de peso por cocção e marmoreio da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo monensina sódica e ou virginiamicina**. 55ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2018.

WHEELER, T. L., SHACKELFORD, S. D., KOOHMARAIE, M., ROMAN, L., HRUSKA, U. S. Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. **Meat Animal Research Center**. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture, Clay Center, 6. p. 2005.

ZIMERMAN, M., GRIGIONI, G., TADDEO, H., DOMINGO, E. Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different pre-slaughter stressors. **Small Ruminant Research**, 100:137-142, 2011.