



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

BARBARA DE LIMA GIANGARELI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÚSCULOS DO  
LOMBO E DO PERNIL DE SUÍNOS**

---

Londrina  
2015

**BARBARA DE LIMA GIANGARELI**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÚSCULOS DO  
Lombo e do PERNIL DE SUÍNOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de concentração Produção Animal, da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Bridi.

Londrina  
2015

A FICHA CATALOGRÁFICA PODERÁ SER SOLICITADA NA BIBLIOTECA  
CENTRAL

B222d Giangareli, Barbara de Lima.

Gerência de redes – protocolo SNMP / Barbara de Lima Giangareli. –  
Londrina, 2010.  
79 f. : il.

Orientador: Ana Maria Bridi

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de  
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência  
Animal, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Gerencia de redes – Teses. 2. SNMP. 3 NMS – Teses. I. Bridi, Ana Maria.  
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU 641:579

BARBARA DE LIMA GIANGARELI

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MÚSCULOS DO LOMBO  
E DO PERNIL DE SUÍNOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de concentração Produção Animal, da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Bridi  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Cleandro Pazinato Dias  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Graziela Drociunas Pacheco  
Centro Universitário Filadélfia - UNIFIL

Londrina, 21 de maio de 2015.

***“Bendito é o que vem  
em nome do Senhor”***

***Ofereço...***

*...aos meus pais, Antônio Ivan Giangareli e Regina Célia de Lima Giangareli pelo incentivo incansável, pela força, pela estrutura, pelos valores, por abdicar de vários sonhos para a realização dos meus, enfim, por tudo.*

***Dedico...***

*... à minha força diária,  
meu maior incentivador  
Renato Mendonça Andrade*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a **Deus** por ser a minha verdadeira razão de viver, a minha **Nossa Senhora Aparecida** minha mãezinha a qual fui consagrada ao nascer, toda glória a ti e todos os meus méritos também;*

*Aos meus pais, que mesmo com todas as dificuldades da vida, que não são poucas, me passaram que a fé e o estudo são as maiores armas que temos pra enfrentar qualquer adversidade. Nunca terei palavras suficientes pra agradecer o amor e o incentivo de vocês, sem dúvidas grande parte dessa conquista é de vocês, que sempre me ofertaram o que não puderam ter. Papai **Ivan** e mamãe **Regina**, muito obrigada por tudo, pelos domingos me ajudando a tratar os animais, pelos sacos de soja carregados, pelo mau cheiro suportado, muito obrigado, amo vocês;*

*A minha querida orientadora, a professora Dr<sup>a</sup> **Ana Maria Bridi**, a quem respeito e admiro muito, pela confiança, pelo incentivo, pelas conversas, meu muito obrigado por todos esses anos de convivência e aceite, e pelos que ainda virão;*

*Agradeço ao **Programa de Pós Graduação em Ciência Animal**, aos mestres e doutores que incansavelmente nos passam conhecimento de causa e de vida, à querida **Helenice** exemplo de profissional, pela força, pelo imenso carinho e por sempre me acudir quando mais precisei e à **Universidade Estadual de Londrina**, por me conceder essa oportunidade;*

*Ao professor **Caio Abércio da Silva**, pela co-orientação, pelo aceite em participar da banca de qualificação e pelo empenho nas correções. Pela maneira leve e interessante em me passar seus conhecimentos e pelas ideias a mim ofertadas, meu muito obrigado;*

*A professora **Graziela Drociunas Pacheco**, pelo fácil acesso e ajuda indispensável, pela disponibilidade em participar de ambas as bancas, de qualificação e defesa, meu muito obrigado;*

*Ao **Dr. Cleandro Pazinato Dias**, pelo carinho com que aceitou meu convite para compor a banca de defesa, pela paciência nas muitas alterações de data e pela participação indispensável neste momento tão importante;*

*Agradeço à todos os **Professores do Departamento de Zootecnia** por todo o conhecimento transmitido e ajuda fornecida ao longo de toda a caminhada acadêmica;*

*A professora **Adriana** da tecnologia de alimentos e seu aluno **Alysson** por todo o auxílio e paciência ao ensinar novas técnicas;*

*Aos técnicos e amigos do Laboratório de Nutrição Animal, **Fernando Massaro e Tânia Milani** por me acudirem (muito) e ensinarem sempre que necessário;*

*À minhas queridas amigas e companheiras de estudos, risadas, desesperos: **Louise Manha Peres, Nayara Andreo, Evelyn Stivaletti, Ana Paula Ayub Barbon, Marina Avena Tarsitano, Camila Constantino**, vocês fizeram e fazem toda a diferença, guardo cada uma com especial carinho, e minha amiga e comadre **Cátia Barata**, pelo socorro sempre e pelo acalanto principalmente nesses últimos dias, você foi fundamental, por cada conselho, por cada mensagem de preocupação, obrigada;*

*Aos incansáveis estagiários do nosso grupo de pesquisa **GPAC**, que muitas vezes me salvaram e deram muita força (no sentido literal da palavra) para a realização do experimento e a concretização desse meu sonho;*

*A todos os funcionários da **Fazenda Escola** por todo apoio na fase experimental, pela força e pela calma que me passaram, com a garantia de que tudo daria certo;*

*Aos meus amigos queridos **Leidi, Diego, Jefferson, Cíntia, Cris, João, Suzumura, Raíra, Ediney, Ana, Edgard, Elaine, Regis** e ao meu noivo **Renato** por todo o carinho sempre, por compreenderem minhas inúmeras ausências e longas conversas sobre experimento, dissertação e carne, por me apoiarem a seguir em frente para a conquista desse sonho, agradeço e dedico a vocês parte dessa alegria.*

*Aos meus amigos de uma vida inteira **Rafael Saad e Renan Miorin**, meus sinceros agradecimentos, pela amizade, pelo incentivo e por estarmos fechando mais esse ciclo de nossas vidas juntos, dos que já foram e dos muitos que ainda virão, obrigada.*

GIANGARELI, Barbara de Lima. **Caracterização físico-química de músculos do lombo e do pernil de suínos**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

A suinocultura é uma das atividades agropecuárias mais importantes do mundo. O Brasil possui um alto potencial produtivo, porém o consumo interno ainda é afetado por fatores como preconceito e desinformação, sendo necessário um estímulo ao consumo da carne suína *in natura*. Foram avaliados os músculos *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de 19 suínos provenientes da cruzada PIC X Danbred com média de 110 kg em pH, cor, marmoreio, perda de água por pressão, descongelamento e cocção, maciez, composição química, diâmetro de fibra, colágeno e a composição de ácidos graxos. A perda de líquido no descongelamento foi maior para o *semimembranosus* e *longissimus thoracis* em relação ao *semitendinosus*, não diferindo do *biceps femoralis*. A perda de líquido na cocção foi maior para o *semimembranosus*. O músculo *longissimus thoracis* apresentou maior luminosidade em relação ao *semimembranosus* e o *biceps femoralis*, não diferindo do *semitendinosus*. O chroma foi maior para o *semitendinosus* e *biceps femoralis* comparado ao *longissimus thoracis* e o *semimembranosus*. A tonalidade foi maior no *longissimus thoracis* em relação ao *semitendinosus* e o *biceps femoralis*, não diferindo do *semimembranosus*. O *longissimus thoracis* apresentou maior teor de matéria seca e proteína em relação aos demais músculos. O extrato etéreo do *semitendinosus* foi maior que os demais músculos, o *longissimus thoracis* apresentou valor maior que o *biceps femoralis* e este por sua vez foi maior que o *semimembranosus*. A força de cisalhamento foi maior no *biceps femoralis* e no *semitendinosus* em relação ao *longissimus thoracis* e *semimembranosus*. O *semimembranosus* apresentou valor maior de índice de fragmentação miofibrilar que o *biceps femoralis* e este foi maior que o *longissimus thoracis* e *semitendinosus*. O diâmetro de fibra do *longissimus thoracis* foi maior que do *semimembranosus* e *semitendinosus*, embora não diferencie do *biceps femoralis*. O *biceps femoralis* apresentou mais colágeno que os demais músculos. Concluiu-se que os músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* se destacaram quanto à maciez e composição química e o músculo *semitendinosus* se destacou perante os demais, por apresentar uma boa proporção de ácidos graxos insaturados e destes grande parte são do tipo ômega 3, precursores de uma boa saúde cardiovascular, ou seja, o consumo de carne suína *in natura* é propício, estando de acordo com níveis nutricionais indicados para uma alimentação saudável, devendo então ter seu consumo mais incentivado.

**Palavras-chave:** *Biceps femoralis*. *Longissimus dorsi*. *Semimembranosus*. *Semitendinosus*.

GIANGARELI, Barbada de Lima. **Physicochemical characterization of loin and shank swine muscles**. 2015. 79 p. Dissertation (Master's Animal Science) - University of Londrina, Londrina, 2015.

## ABSTRACT

The swine production is one of the most important agricultural activities in the world. The Brazil has a high productive potential, however the internal market consumption is affected by factors like prejudice and miss information. It is necessary an stimulation to increase the swine fresh meat consumption increase, therefore this study evaluate the *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* muscles from 19 animals PIC x Danbred hibrids in pH, color, marbling, water losses, tenderness, chemical composition, fiber diameter, collagen and fatty acid composition. The liquid loss on defrosting was higher for *semimembranosus* and *longissimus thoracis* in relation to *semitendinosus*, having no differences from *biceps femoralis*. The liquid losses on cooking was higher for the *semimembranosus*. The *longissimus thoracis* show higher luminosity than *semimembranosus* and *biceps femoralis*, but not different from *semitendinosus*. The chroma evaluation was higher for *semitendinosus* and *biceps* than *longissimus* and *semimembranosus*. The hue measured was higher on *longissimus thoracis* in relation to *semitendinosus* and *biceps femoralis*, but was not different that the *semimembranosus*. The *longissimus thoracis* presented higher dry matter and crude protein in relation the other muscles. The ether extract from *semitendinosus* was higher than the other muscles, the *longissimus thoracis* had higher value than the *biceps femoralis* and this was higher than *semimembranosus*. The shear force was higher for the *biceps femoralis* and *semitendinosus* in relation to the *longissimus thoracis* and *semimembranosus*. The *semimembranosus* show higher value for the miofibrilar fragmentation index than the *biceps femoralis* and this was higher than *longissimus thoracis* and *semitendinosus*. The fiber diameter for the *longissimus thoracis* was higher than the *semimembranosus* and *semitendinosus*, but not different from *biceps femoralis*. The biceps femoralis presented more collagen content than the other muscles. The conclusion was the *longissimus thoracis* muscle and *semimembranosus* stood out for softness and chemical composition and the *semitendinosus* muscle stood before the other, it presents a good proportion of unsaturated fatty acids and these are largely the type omega 3, precursors of a good cardiovascular health, ie the consumption of fresh pork is conducive, which is consistent with nutritional levels recommended for healthy eating and should then have its most encouraged consumption.

**Key words:** *Biceps femoralis*. *Longissimus thoracis*. *Semimembranosus*. *Semitendinosus*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Principais cortes suínos.....	38
<b>Figura 2 -</b>	Disposição anatômica dos músculos do pernil: Gastrocnêmio, Bíceps femoralis, semitendinosus e semimembranosus, Vaso Lateral, Tensor da fáscia lata e glúteo médio em suínos.....	40
<b>Figura 3 -</b>	Disposição anatômica do músculo longissimus thoracis em suínos.....	41

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Tabela 1 -</b>	Valores médios da composição química de cortes e músculos suínos .....	22
<b>Tabela 2 -</b>	Composição de ácidos graxos do Lombo e Pernil de Suínos .....	29
<b>Tabela 3 -</b>	Proporções de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados em cortes suínos, bovinos e de aves.....	30
<b>Tabela 4 -</b>	Origem, inserção e função dos músculos da região posterior da coxa: bíceps femoralis, semimembranosus e semitendinosus de suínos.....	39
<b>Tabela 5 -</b>	Médias obtidas por Melo et al. (2014) para parâmetros físico químicos dos músculos longissimus thoracis e semimembranosus de suínos .....	42
<b>ARTIGO:</b>	Caracterização físico-química de músculos do lombo e do pernil de suínos provenientes da cruzada PIC X Danbred.	
<b>Tabela 1 -</b>	Composição percentual nutricional e energética das rações fornecidas aos suínos nas fases de Terminação 1 (primeiros 14 dias do período experimental) e Terminação 2 (do 14º ao 28º dia do período experimental) .....	63
<b>Tabela 2 -</b>	Valores médios, máximos e mínimos do peso vivo final, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça e espessura de gordura de suínos cruzado PIC X Danbred.....	68
<b>Tabela 3 -</b>	Valores médios e desvio padrão de pH final, perda de água por pressão, perda de líquido por descongelamento, perda de líquido na cocção e marmoreio dos músculos bíceps femoralis, longissimus thoracis, semimembranosus e semitendinosus de suínos .....	69
<b>Tabela 4 -</b>	Médias observadas e desvio padrão da luminosidade, intensidade de vermelho-verde, intensidade de amarelo-azul, croma e tonalidade dos músculos bíceps femoralis, longissimus thoracis, semimembranosus e semitendinosus de suínos.....	72
<b>Tabela 5 -</b>	Valores médios encontrados da composição da matéria seca e seus componentes: proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral dos músculos bíceps femoralis, longissimus thoracis, semimembranosus e semitendinosus de suínos cruzados PIC X Danbred.....	75

<b>Tabela 6 -</b>	Valores médios de força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, diâmetro de fibra e colágeno dos músculos bíceps femoralis, longissimus thoracis, semimembranosus e semitendinosus de suínos cruzado PIC X Danbred.....	77
-------------------	--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BF	<i>Biceps femoralis</i>
CHO	Carboidrato
CRA	Capacidade de retenção de água
EE	Extrato etéreo
ET	Espessura de toucinho
FC	Força de cisalhamento
HDL	High density lipoprotein
IA	Índice de Aterogenicidade
IFM	Índice de fragmentação miofibrilar
LDL	Low density lipoprotein
LT	<i>Longissimus thoracis</i>
MARMO	Marmoreio
MBCC	Método Brasileiro de Classificação de Carcaças
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
MUFA	Ácido graxo monoinsaturado
PAP	Perda de água por pressão
PB	Proteína bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
PLC	Perda de líquido na cocção
PLD	Perda de líquido no descongelamento
SM	<i>Semimembranosus</i>
ST	<i>Semitendinosus</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1	SUÍNOS.....	15
2.1.1	Histórico e produção.....	15
2.1.2	Qualidade e mercado consumidor.....	17
2.2	CARACTERÍSTICAS DA CARNE SUÍNA .....	21
2.2.1	Composição Química da Carne Suína .....	22
2.2.2	Composição de Ácidos Graxos.....	27
2.2.3	Cor .....	30
2.2.4	Marmoreio .....	31
2.2.5	Capacidade de retenção de água .....	32
2.2.6	pH .....	33
2.2.7	Maciez.....	34
2.3	CARACTERÍSTICAS MUSCULARES .....	38
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>56</b>
4.1	OBJETIVO GERAL.....	56
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	56
<b>5</b>	<b>ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO</b> .....	<b>57</b>
	<b>Caracterização físico-química de músculos do lombo e do pernil de</b> <b>suínos provenientes da cruzada PIC x Danbred</b> .....	<b>57</b>
	<b>Resumo</b> .....	<b>58</b>
	<b>Abstract</b> .....	<b>59</b>
	<b>Introdução</b> .....	<b>60</b>
	<b>Material e métodos</b> .....	<b>62</b>
	<b>Resultados e discussão</b> .....	<b>68</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade agropecuária difundida mundialmente e, mesmo com restrições de consumo da carne suína por populações específicas devido a motivos religiosos e culturais, se mantém como a fonte de proteína animal mais consumida no mundo. De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2013) a produção mundial de carne suína em 2013 foi de 107.514 mil toneladas em equivalente carcaça, sendo que o Brasil foi responsável por 3,13% da produção mundial com 3.370 mil toneladas.

A cadeia envolvida na produção de suínos é de extrema importância no cenário econômico mundial, sobretudo no brasileiro. A contribuição das atividades econômicas ligadas à suinocultura aos valores da balança comercial brasileira é bastante significativa, pois o país se encontra na quarta posição entre os exportadores mundiais de carne suína, tendo exportado em 2014 um total de 494.228 mil toneladas de carne (ABIEPCS, 2014c). As previsões do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento estimam que a média anual da produção mundial de carne suína atinja um aumento de 2,84% no período de 2008/2009 a 2018/2019. A participação brasileira no comércio internacional de carnes vem aumentando e espera-se que até 2020 atingirá a média de 44,5% do mercado mundial, sendo deste total 14,2% de carne suína (MAPA, 2013).

O consumo de carne suína total no Brasil encontra-se acima de 15 kg por habitante/ano, porém grande parte desse consumo é representada por alimentos embutidos e industrializados, reflexo da preferência dos consumidores. No ano de 2013, um total de 2.912 mil toneladas de carne suína foram destinadas ao mercado interno e as entidades representativas do setor acreditam que este número tenha potencial de ampliação no curto prazo se aliadas a campanhas de *marketing* e desmistificação de alguns parâmetros que negativam a carne suína para certos consumidores (ABIEPCS, 2013b).

O mercado consumidor em geral tem voltado sua atenção para parâmetros de qualidade, em especial o mercado da carne, uma vez que a decisão de compra é influenciada por fatores relacionados com cor, textura, suculência, odor e quantidade de gordura presente na carne. Por conta dessa intensa busca por produtos nutricionalmente ricos, satisfazendo então os anseios dos consumidores, a suinocultura tem se modulado ao longo do tempo com a finalidade de melhor atender essas

exigências, onde então o perfil das carcaças provenientes de animais abatidos atualmente se difere em muito de carcaças encontradas cerca de 30 anos atrás, onde muito se deve à seleção genética, onde diferentes linhagens comerciais de suínos ao longo do tempo têm sido desenvolvidas com o intuito de melhorar a eficiência alimentar e prosuzir mais magras e com maior proporção muscular. Apresentam também melhores parâmetros de qualidade da carne, onde a gordura total das carcaças foi reduzida em até 30% e o teor de colesterol caiu em média 10% (SOSNICKI et al., 2003; ROPPA, 2004; CAL, 2006).

Neste sentido, a disponibilidade de informações sobre os detalhes da composição e propriedades físico-químicas musculares dos cortes da carne suína é de extrema importância, tanto como um comparativo evolutivo da qualidade da carne suína, quanto à diversificação de cortes nutricionalmente competitivos disponíveis na carcaça.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar os parâmetros físico-químicos de quatro diferentes músculos da carcaça suína: *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus*, popularmente conhecidos como coxão duro, lombo, coxão mole e lagarto, respectivamente, e caracterizar as diferenças relativas a quesitos que compõe a qualidade da carne proveniente destes músculos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SUÍNOS

#### 2.1.1 Histórico e Produção

A carne suína é uma das mais antigas fontes de proteína para a alimentação humana, sendo que a domesticação e criação destes animais teve início cerca de 5000 a.C., e por conta da sua natureza adaptável e dieta onívora, os suínos foram domesticados com uma certa facilidade, inicialmente em regiões próximas a China, e desde então tem passado por diversas transformações até chegar no suíno atual (FAUCITANO, 2000). As transformações sofridas por estes animais ao longo do tempo foram de natureza tanto morfológica quanto fisiológica, e são consequência das condições em que eles viveram e das necessidades e anseios das populações humanas responsáveis pela domesticação para consumo da carne dos animais.

No Brasil, o início da produção de carne suína deu-se no período colonial, sendo proveniente de animais nativos, pouco domesticados, possuindo características bastante diferentes dos animais modernos, principalmente por possuírem duplo propósito produtivo, onde a carne e a banha proveniente desses suínos eram amplamente utilizadas pela população daquela época, sendo que a banha era inclusive mais preciosa que a carne, uma vez que era utilizada a fim de conservar e preparar os alimentos (LOVATTO, 2002).

De acordo com Nascimento (2000), as pesquisas com foco em melhoramento genético na espécie suína tiveram início por volta da década de 60, e procuravam basicamente o aumento da taxa de crescimento dos animais de forma a diminuir os custos de produção.

Até meados de 1970 a suinocultura era então norteadada pelo duplo propósito produtivo, onde além de se produzir carne, se produzia e se aproveitava a gordura para preparo e armazenamento dos alimentos (FAVERO; FIGUEIREDO, 2009). Com o surgimento e a disseminação dos óleos vegetais como fonte de gordura, a gordura animal (principalmente a banha proveniente dos suínos) foi perdendo a função pela diminuição do consumo da população, que a substituiu pelo óleo vegetal, e também em parte por campanhas que passaram a ser feitas, sugerindo que a carne suína causava

danos à saúde humana devido ao seu alto teor de gordura, fato esse que tornou-se determinante para que os criadores focassem na produção de animais com maior proporção de carne magra na carcaça, determinando um maior rendimento (IRGANG, 2001).

No Brasil, em 1965, foi desenvolvido o MBCC (Método Brasileiro de Classificação de Carcaças) e após 16 anos foi instaurado o Sistema Brasileiro de Tipificação, tendo início no sul do país e se expandido para as demais regiões (FAVERO; GUIDONI, 2001). A princípio as carcaças eram avaliadas numa relação entre o peso de carcaça quente e a espessura de gordura apenas. Porém com o passar do tempo foram desenvolvidos os índices de bonificação ou penalização, relacionando peso de carcaça quente e rendimento de carne estimado. Nos dias atuais a tipificação é realizada pelos frigoríficos de forma independente, funcionando de acordo com as exigências do padrão de carcaça de cada região atendida pelas indústrias em questão (SAINZ; ARAUJO, 2001).

O Brasil permanece como terceiro maior produtor e o quarto maior exportador de carne suína no mundo. Apesar da forte pressão sobre os custos, do aumento da concorrência produtiva do mercado mundial e das dificuldades conjunturais de acesso a alguns mercados externos, as exportações em 2013 obtiveram um bom desempenho (cerca de 600 mil toneladas de carcaça), bem como o mercado interno que permanece em processo de fortalecimento, apesar de ainda se manter bem abaixo do consumo bovino, com em média 15 kg de consumo *per capita* de carne suína. (ABIPECS, 2013b).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2013), a projeção de crescimento para o mercado consumidor de carnes no Brasil para o período de 2014 até 2024 vai ser de 15 a 30%, variando de acordo com a espécie. Os dados mostram que o maior aumento percentual será no consumo de carne de frango (33,1%), seguido da carne suína (29,1%) e da bovina (15,6%). De acordo com essa pesquisa no final do ano de 2024 o consumo total de carne suína no Brasil pode chegar a 3.915 mil toneladas.

### 2.1.2 Qualidade e Mercado Consumidor

Conceitua-se como qualidade o conglomerado de atributos e características que influenciam o valor representado pelo produto em questão para um grupo de consumidores, portanto a qualidade é definida e modulada pelos consumidores (DALEN, 1996; JOO et al., 2013). A qualidade da carne é um aspecto subjetivo, pois não é observável diretamente, ou seja, faz-se necessário certa interpretação dos atributos que a compõe, tais quais cor, pH, e maciez (TOLEDO, 2001), Moeller et al. (2010), constatou que os consumidores relacionam a qualidade da carne principalmente com a palatabilidade, aroma, suculência e maciez.

A qualidade está relacionada também como um aspecto objetivo, ao se referir aos atributos intrínsecos de um determinado produto, ou seja, suas propriedades físico-químicas (STEENKAMP; VAN TRIJP, 1996).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora da Carne suína (ABIPECS, 2012a), a preferência no consumo da carne suína se dá por produtos industrializados, porém, acredita-se que o consumo de carne *in natura* possui alto potencial de crescimento, ficando à critério de desenvolvimento de campanhas de incentivo ao consumo desse tipo de carne. Esse alto consumo de produtos industrializados é relacionado ao preconceito que alguns consumidores possuem perante a carne suína fresca, relacionando-a como imprópria a um consumo constante (FILHO, 2000).

Em pesquisa de preferências de consumo realizada pela ABIPECS (2008), os consumidores destacam a escolha da carne suína de qualidade como uma carne de coloração vermelha clara, sem exsudação, sem gordura, tenra, com sabor suave, de aparência firme ao toque e não pegajosa.

Segundo estudo realizado por Thoms et al. (2010), a limitação no consumo de carne suína *in natura* tem relação direta com o desconhecimento da população sobre sua real qualidade nutricional, onde se faz necessário o desenvolvimento de estratégias industriais baseadas em disseminar informação aos consumidores finais. Para os autores, os estudantes e os jovens em geral, devem ser a categoria alvo dessa disseminação de informações, uma vez que depois de definido o perfil de consumo e preferencias pessoais quanto ao consumo ou não de um

determinado alimento pelo indivíduo, se torna mais difícil uma posterior aceitação ou rejeição, sendo necessário o trabalho intenso no auxílio a formação do paladar dos consumidores.

Cerca de 75% do consumo de carne suína se dá em forma de produtos industrializados (TRAMONTINI, 2000), que geralmente são produtos com um maior valor agregado, onerando o aumento no consumo da carne suína, ou seja, o poder aquisitivo interfere no aumento do consumo da carne suína também por conta da preferência de consumo por produtos industrializados comumente mais caros que a carne *in natura*, sendo então um importante fator de incentivo no consumo da carne *in natura* (INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2002)

As pesquisas realizadas nas últimas décadas possuem o objetivo de mudar o conceito “suíno tipo banha” para “suíno tipo carne”, de forma a consolidar a preocupação e a percepção dos consumidores para esse novo produto. Através do melhoramento genético, animais com menores teores de gordura e massas musculares mais proeminentes tem predominado no mercado. Segundo Roppa (2006a), o suíno que apresentava cerca de 40 a 45% de carne magra na carcaça e em média 5 a 6 cm de espessura de toucinho (ET) nos anos 60, tornou-se o suíno moderno nos anos 2000 com 58 a 62% de carne magra na carcaça e 0,8 a 1,2 cm de espessura de toucinho, enquanto Carvalho Jr. (2014), trabalhando com animais de 123 kg de peso vivo ao abate, obteve um rendimento médio de carcaça de 81% com 58% de rendimento de carne na carcaça e média de 1,5 cm de espessura de toucinho, atendendo assim o mercado consumidor atual que exige carcaças mais magras.

Fatores como o preconceito e a desinformação são obstáculos para a expansão do consumo da carne suína no Brasil, associando a carne suína a fatores como altos índices de colesterol, falta de higiene, excesso de gordura, entre outros.

Nos dias de hoje com a inspeção sanitária, a rastreabilidade e o controle de qualidade, o risco de contágio de humanos com doenças animais é praticamente nulo (FALLEIROS; MIGUEL; GAMEIRO, 2008). Entretanto, parte significativa dos consumidores ainda não tem conhecimento sobre tal evolução (CERUTTI, 2003). Estes avanços na qualidade da carne suína, bem como no processo de criação são bem conhecidos pelas pessoas que trabalham no setor suinícola e torna-se

necessário cada vez mais o repasse das informações pertinentes aos consumidores (ROPPA, 2006a).

A atenção da indústria da carne para com as preocupações e desejos dos consumidores bem como a segurança sanitária dos produtos é crescente e está diretamente relacionada com questões como a saúde e a parâmetros nutritivos desejados pelos consumidores, porém, as informações pertinentes à cadeia produtiva nem sempre estão prontamente disponíveis nas embalagens da carne suína *in natura*, uma vez que esse tipo de carne é geralmente comercializado por meio da separação dos cortes desejados pelo público alvo diretamente em casas de carnes e supermercados, fato esse que dificulta a caracterização e identificação de parâmetros levados em consideração pelos consumidores ao adquirir este tipo de carne (ZAMBERLAN, 2002).

Alguns consumidores acreditam que a carne suína *in natura* apresenta altos teores de gordura e colesterol e tem relação com a transmissão de doenças como a cisticercose, enquanto na realidade existem cortes de carne suína que apresentam teores de gordura total e colesterol mais baixos quando comparados com cortes bovinos e de aves (FARIA; FERREIRA; GARCIA, 2006), além disso, o índice de contaminação microbiana da carne suína, segundo a ABIPECS (2013b) é baixo, uma vez que a tecnificação do sistema produtivo e de abate por conta das exigências de mercado interno e externo culminam numa maior segurança sanitária onde os animais em vida recebem água tratada, alimentação adequada e locação em ambiente higienizado, enquanto o abate é realizado seguindo as normas e legislações vigentes.

Uma forma de atender melhor as especificidades de determinados mercados é a disseminação e incentivo do consumo de cortes específicos, embalados e identificados no frigorífico ou casas de carne específicas e comercializados desta maneira, incentivando o consumo *in natura* e garantindo a informação de procedência aos consumidores, seguindo o exemplo do comércio de carne bovina.

Atualmente mais de 70% do mercado produtor de suínos é representada por empresas vinculadas a sistemas de integração vertical (DRUCIAKI; MENDES, 2014), formando uma aliança entre a demanda de produtos de melhor qualidade, a uniformidade dos produtos fornecidos gerando segurança entre os elos da cadeia por um controle de forma mais rígida por parte das indústrias e fortalecendo a produção em grande escala e enfraquecendo pequenos produtores individuais (FUJITA, 2012).

Nos sistemas de integração existe um perfil tecnológico produtivo mais desenvolvido comparado à produções independentes, uma vez que todo o desenvolver produtivo está modulado pelas indústrias integradoras (DERAL, 2014).

Nos sistemas de integração existe um perfil tecnológico produtivo mais desenvolvido, comparado à produções independentes, uma vez que todo o desenvolvimento produtivo está modulado pelas indústrias integradoras.

A melhora na qualidade da carne e de carcaça suína está intimamente relacionada com a constante busca dos consumidores por produtos de maior qualidade aliada com os interesses industriais em agregar valor aos produtos, aumentando assim a lucratividade do setor e a satisfação do consumidor e assegurando a aceitação dos produtos no mercado, sendo que uma das principais formas de agregar valor às carcaças suínas é explorar os possíveis diferentes cortes a serem obtidos a partir delas (MAGNONI; PIMENTEL 2002).

Tonini (2009) relatou que os consumidores brasileiros consideram a carne e seus derivados como produtos alimentares de primeira necessidade, destacando que estes compõe parte da última categoria a ser dispensada da dieta alimentar, independente do poder aquisitivo da população, o qual só exerce influência expressiva no tipo de produto a ser consumido (bovino, suíno, aves, industrializados, processados) dependendo então do valor atribuído a carne proveniente das diferentes categorias animais bem como seus beneficiamentos industriais.

O consumo total de proteínas na dieta dos consumidores brasileiros cresceu exponencialmente no decorrer dos últimos anos, o que em partes é devido à abertura a importação de produtos, o que leva a maior concorrência e consequente competitividade do mercado interno com o externo, com investimento em novas tecnologias e desenvolvimento de novos produtos pela indústria interna impulsionada pela gama de produtos diferenciados acrescidos ao mercado por meio de importação, aliado a fatores como o aumento da renda mensal da população e a facilidade de compra, consequentemente ocasionado um aumento no consumo de carne (IPARDES, 2002).

Em meados de 1990, o consumo per capita de proteínas de origem animal era de em média 46,2 kg, onde a carne suína representava média de 7,4kg (BIGI, 1993). Atualmente o consumo de carne suína per capita encontra-se acima de 15kg

(ABIPECS, 2013b), ou seja, nas duas últimas décadas, o consumo de carne suína duplicou, demonstrando grande potencial de crescimento.

Para atender a crescente demanda por alimentos de origem animal, deve-se investir no marketing dos produtos diferenciados, aliando o atendimento das necessidades e desejos dos consumidores com o alcance do crescimento produtivo da indústria da carne em geral (LAS CASAS, 2009). Para Kloter (2007), campanhas bem fundamentadas de marketing podem levar a consolidação de marcas que se tornam confiáveis aos consumidores, firmando assim longas relações de compra.

Para os consumidores brasileiros, o preço é um dos fatores mais determinantes no momento da compra de um produto (GALLET, 2010). No caso da carne suína, a carne *in natura* se encontra em vantagem em relação a produtos industrializados, uma vez que seu custo é mais baixo.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DA CARNE SUÍNA

A carne é o produto resultante das transformações bioquímicas no músculo no período *post mortem*. A carne representa um alimento de alta qualidade nutricional, indispensável para a alimentação humana, uma vez que atua como participante na formação de novos tecidos bem como na regulação de processos fisiológicos e orgânicos (ZEOLA, 2002).

A carne suína atual é produto da alta evolução tecnológica da indústria alimentícia e contém baixo teor de gordura, calorias e colesterol, sendo classificada como uma carne vermelha, composta por tecido muscular e tecidos anexos.

A fibra muscular é responsável pela constituição da unidade estrutural do tecido muscular, e representa cerca de 75 a 92% do seu volume total (HEDRIK, 1994).

O tecido muscular é composto basicamente por três tipos de fibras musculares, sendo as oxidativas de contração lenta (Tipo I, vermelhas e aeróbicas), as intermediárias de contração rápida (Tipo II B, oxidativas glicolíticas) e as glicolíticas de contração rápida (Tipo II A, brancas e anaeróbicas). As características fisiológicas, metabólicas e o tamanho final do tecido muscular, uma vez cessado o crescimento, dependem principalmente da proporção de cada um dos tipos de fibra (HOSHI, 2004).

## 2.2.1 Composição Química da Carne Suína

A Tabela 1 expõe diferentes resultados obtidos em estudos referentes à composição química da carne de suínos ao longo dos anos.

**Tabela 1:** Valores médios da composição química de cortes e músculos suínos.

Composição química	Corte	MS (%)	PB (g)	EE (g)	CHO (g)	MM (g)
SEUSS (1990)	Lombo	25,6	23,3	7,5	NA	1,0
TORRES et al. (2000)	Lombo	35,1	19,3	14,8	NA	0,8
USDA (2001)	Lombo	25,9	20,0	5,4	NA	0,5
	Pernil	34,7	18,7	15,6	NA	0,4
MARTINS et al. (2005)	Lombo	25,2	23,3	9,6	NA	1,0
PACHECO (2006)	Lombo	26,8	24,2	2,4	NA	1,0
TACO (2011)	Lombo	32,3	22,6	8,8	0,0	1,0
	Pernil	32,9	20,1	11,1	0,0	1,0
HAUTRIVE, MARQUES e KUBOTA (2012)	Pernil	25,0	21,3	1,2	NA	1,1
MELO et al. (2014)	Lombo	25,5	22,9	2,3	NA	1,2
	Pernil	26,9	22,3	2,0	NA	1,2
TOMOVIC et al. (2014)	Lombo	24,4	21,7	1,3	NA	1,1
	Pernil	24,4	21,8	1,3	NA	1,1

MS = matéria seca. PB = proteína bruta. EE = extrato etéreo. CHO = carboidrato. MM = matéria mineral. NA = não avaliado.

A carne suína é considerada um alimento rico em proteína e pobre em carboidrato, contendo relativamente baixo nível energético (em torno de 147 kcal/100 g de carne). Dentre as diferentes espécies animais, o músculo magro possui uma composição considerada constante em relação ao conteúdo de proteínas, gorduras, minerais e água. As variações encontradas entre músculos de uma mesma espécie se devem principalmente à genética específica de cada animal ou linhagem, a categoria animal trabalhada, a alimentação fornecida e a capacidade do indivíduo em converter este alimento em carne e outros fatores como manejo proposto na criação, ambiência e sanidade.

As diferenças encontradas nos valores constituintes da composição química dos cortes tem relação direta com o tipo de corte utilizado e a porção utilizada destes cortes, a metodologia que embasou o estudo, a genética dos animais estudados bem como a alimentação fornecida, fatores estes que evoluíram exponencialmente ao decorrer dos anos.

Para Novello, Freitas e Quintiliano (2006), muitas das variações em dados experimentais relacionados à carne são devidos à fatores que influenciam nas análises de seus nutrientes e fatores inerentes à carne, como as características do animal e metodologias utilizadas.

As proteínas provenientes da ingestão de carne possuem importante função na manutenção e crescimento das estruturas corporais, atuando na formação de enzimas, de hormônios e da hemoglobina, participando da regulação do metabolismo hídrico e da determinação do pH de tecidos, sendo que a sua deficiência pode causar sérios danos ao desenvolvimento do sistema imunológico e crescimento em crianças (PARDI et al., 2006).

Geralmente, as proteínas são subdivididas em miofibrilares (escleroproteínas), sarcoplasmáticas e proteínas do tecido conjuntivo (estromáticas), onde as miofibrilares são representadas principalmente pela actina e miosina, que, segundo Pardi et al. (2006), representam cerca de 38 e 13%, respectivamente, do total de proteínas da carne, sendo responsáveis por manter a estrutura do músculo, atuar na transformação da energia química em energia mecânica nos processos de contração e relaxamento muscular, e de fundamental importância no momento da instalação do *Rigor mortis* na transformação do músculo em carne. A tropomiosina, troponina,

proteína C e proteína M também compõe o grupo das proteínas miofibrilares, porém em menor expressão (DANGARAN; TOMASULA; QI, 2009).

As proteínas sarcoplasmáticas possuem a principal função de pigmentação característica da carne, e estão neste grupo o miogênio, a mioglobulina, a mioglobina e a hemoglobina, sendo as duas últimas fundamentais para a determinação da cor da carne, compondo cerca de 25 a 30% do total (PARDI et al., 2006).

Já as proteínas do tecido conjuntivo estão presentes em todo o organismo do animal, compondo as estruturas dos órgãos, tendões, nervos e parte do esqueleto, e são representadas pelo colágeno e a elastina. O colágeno participa com cerca de 1 a 2% do total e a elastina não exerce muito valor nutritivo, além de não ser degradada pelo calor (DANGARAN; TOMASULA; QI et al., 2009).

A importância na ingestão de carne está principalmente relacionada com o aporte de aminoácidos. Segundo Hedrik (1994), a carne suína apresenta um teor mais elevado de leucina, lisina e valina em relação a carne bovina, sendo esses mais acentuados com o avanço da idade do animal, ou seja, animais mais velhos possuem proteínas com maior valor biológico.

As carnes e produtos cárneos em geral são excelentes fontes de proteínas, com um bom equilíbrio de aminoácidos essenciais de alto valor biológico, bem como uma boa fonte de vitaminas do complexo B (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002); fósforo, zinco e ferro, porém apresenta geralmente baixos níveis de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), vitamina C e cálcio (PEARSON; GILLET, 1996), sendo que a proteína é o componente mais abundante da matéria seca da carne, desempenhando papel fundamental tanto no músculo vivo quanto na carne proveniente do mesmo (AMERLING, 2001).

Pardi et al. (2006) constataram que a carne suína pode apresentar um teor mais elevado de leucina, lisina e valina (bem como a carne ovina), essenciais ao homem, sendo que estes níveis aminoacídicos estão ligados à idade, sexo, raça, alimentação e o corte trabalhado, mesmo a variação entre os músculos sendo considerada baixa, para o autor, ficou comprovado que teor dos aminoácidos essenciais citados acima pode variar conforme o corte de carne avaliado.

Os mesmos autores constataram que o valor biológico das proteínas da carne de suínos aumenta conforme a idade dos animais, então quanto mais velhos forem os animais, maior vai ser o aumento na porcentagem dos aminoácidos essenciais.

Segundo a Sociedade Brasileira de Nutrição (2011), o consumo diário recomendado de proteína numa dieta normal para adultos é de 10 a 15% das calorias totais da dieta. Diferentemente dos carboidratos e gorduras, que podem ser armazenados como reserva no tecido adiposo, as proteínas são reservadas em pouca quantidade, sendo assim catabolizadas para manter os processos vitais quando o indivíduo encontra-se em jejum ou não ingere quantidade suficiente de proteína na dieta. Portanto, faz-se necessário o consumo diário de proteína de origem animal e em proporções adequadas, atentando para o fato de que em média as proteínas de origem animal são de 95% a 100% digestíveis, enquanto as proteínas de origem vegetal são de 65% a 75% digestíveis (JUDGE et al., 1989).

Segundo o Manual de Nutrição (2009), a ingestão diária recomendada de carboidratos em uma dieta normal para humanos é de 50 a 60% do valor calórico total da dieta. A carne fresca possui cerca de 1% de carboidratos (USDA, 2013), sendo que no animal vivo a maior parte do carboidrato está presente no fígado e nos músculos na forma de glicogênio, que no *post mortem* se transforma em ácido láctico, desempenhando importante papel quanto à queda do pH final das carcaças. O glicogênio é armazenado principalmente no fígado e músculos, sendo degradados para obtenção de energia na falta de alimento ou no excesso de exercício no animal vivo (ABERLE et al., 2012).

Quando a carne é processada, essa proporção de carboidratos aumenta pela adição de compostos como açúcares e produtos amiláceos comumente utilizados neste tipo de industrialização.

Quando a carne é aquecida (cozida, assada) ocorre uma reação denominada reação de Maillard entre os aminoácidos (proteínas) e os açúcares (carboidratos), onde o grupo amino dos aminoácidos interage com o grupo carbonila do carboidrato, tendo como substrato final as melanodinas e compostos voláteis, cetonas e aldeídos, conferindo aroma característico a carne termicamente processada. Esta reação também ocorre no músculo vivo, intitulada glicação, quando uma molécula de açúcar em excesso se une a uma molécula de proteína, originando os radicais livres (SHIBAO; BASTOS, 2011).

Uma grande preocupação dos consumidores quanto a carne suína é a quantidade de gordura, relação desta gordura com a saúde e os níveis de colesterol, o que acarretou grandes mudanças na cadeia produtiva dos suínos (ROPPA, 2004).

A gordura é a principal variável na composição da carne suína, tendo valores bastante amplos, podendo variar de 8 a 55% em função de vários fatores como a idade, o gênero, a raça, o manejo e a dieta fornecida aos animais (FAVERO; BELLAVER, 2001). Dependendo do músculo estudado, o teor de gordura da carne magra pode variar de 0,5 a 10% (PARDI et al., 2006).

O tecido conjuntivo é o principal local onde se encontra as células adiposas suínas, também ocorrendo na parte externa dos feixes musculares primários, sendo constituídas por triglicerídeos, fosfolipídeos e colesterol, onde os fosfolipídeos desempenham papel importante no processo de oxidação (AMERLING, 2001).

A gordura é composta fundamentalmente por glicerina e ácidos graxos, formando assim monoglicerídeos, diglicerídeos e triglicerídeos, sendo o último encontrado em maior abundância na gordura de produtos de origem animal. Outros componentes da gordura são os fosfolipídeos, esteróis, proteínas, ácidos graxos livres e outros componentes celulares (PARDI et al., 2006).

A gordura da carne suína contém geralmente os ácidos graxos saturados láurico (C12:0) e palmítico (C16:0), que são considerados ácidos graxos com potencial hipercolesterolêmico, ou seja, precursores ao aumento de problemas coronarianos e, pelo ácido graxo poliinsaturado oleico (C18:1), que é considerado uma gordura desejável em dietas por ter potencial anti trombogênico e hipocolesterolêmico (BRAGAGNOLO, 2001).

Do total da gordura encontrados na carcaça, cerca de 20% está entre os músculo ou entremeada neles, conferindo assim sabor e maciez característicos. O restante da gordura é encontrada na forma subcutânea, o que é susceptível a manipulação no preparo da carne (ALVES, 2011).

Na carne suína, a gordura intramuscular é considerado um dos principais tecidos envolvidos com as características organolépticas, não devendo ser retirada ao seu preparo, pois além de oferecer um sabor característico ela serve como uma barreira para a perda de líquido da carne durante o preparo/cozimento, aumentando

assim sua capacidade de retenção de água e mantendo sua suculência (SARCINELLI; SILVA; VENTURINI, 2007).

Quanto ao teor de minerais, a carne suína apresenta um valor de ferro intermediário às carnes bovina e de aves. O ferro proveniente de produtos de origem animal possui uma melhor absorção e utilização ao organismo humano quando comparado com o ferro presente nos vegetais, obedecendo uma relação de 25% contra 5% respectivamente.

Segundo Sarcinelli, Silva e Venturini, (2007), a carne suína possui relativamente todos os minerais de importância para a nutrição humana, sendo as exigências de cobre e zinco supridas completamente com o consumo de carne suína (Publicação Oficial do Conselho Regional – CRN3 SP/PR/MS). Os minerais cálcio e magnésio possuem importância fundamental na contração muscular enquanto o fósforo atua na maturação da carne.

### 2.2.2 Composição de Ácidos Graxos

As gorduras de origem animal, assim como as demais presentes na natureza, são uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados. O consumo de grandes quantidades de ácidos graxos saturados é um dos fatores, de acordo com as autoridades médicas, que pode contribuir para aumentar o risco de doenças cardiovasculares (ABERLE et al., 2012). Por esse motivo, é recomendada a redução no consumo da carne suína, contudo o nível de colesterol atual da carne suína se assemelha ao das aves (em 100 gramas de lombo assado ou cozido existem cerca de 100 mg de colesterol e em 100 gramas de carne de frango tem em média 86 mg de colesterol) ficando dentro da margem indicada pela Associação Americana do Coração.

Os ácidos graxos são separados em duas categorias principais: os saturados, que não possuem duplas ligações em suas cadeias carboxílicas e os insaturados, que possuem uma ou mais duplas ligações em suas cadeias carboxílicas, aí então são subdivididos em: monoinsaturados, que possuem apenas uma dupla ligação em sua cadeia carboxílica e poliinsaturados que possuem duas ou mais duplas ligações em sua cadeia carboxílica (HAUTRIVE; MARQUES; KUBOTA, 2012).

O sabor da carne suína pode ser alterado devido a fatores que envolvem a gordura presente na carne, tanto positiva quanto negativamente, uma vez que a gordura confere à carne um sabor característico e um aumento na percepção de maciez, na palatabilidade ao mastigar (MADRUGA et al., 2005). Ela também está relacionada com a oxidação lipídica, por meio da alta densidade de ácidos graxos poliinsaturados que são o substrato necessário ao início da oxidação lipídica, podendo assim comprometer a aceitabilidade da carne para o consumo, uma vez que a oxidação torna a carne desagradável ao paladar, com baixo valor nutricional podendo até apresentar compostos tóxicos (DEVATKAL; NAVEENA, 2010), enquanto os ácidos graxos saturados possuem característica de solidificação quando em altas temperaturas (cozimento), alterando assim a palatabilidade da carne, tendo relação direta com o marmoreio (MADRUGA et al., 2005).

Segundo Wood et al. (2004), ácidos graxos estão envolvidos também em diferentes aspectos tecnológicos de qualidade da carne. Estes possuem diferentes pontos de ebulição e fusão, então uma variada composição de ácidos graxos é importante, pois tem como efeito alterar a percepção quanto à consistência da gordura, em especial a subcutânea e intermuscular, podendo afetar a qualidade de produtos processados. Ainda de acordo com estes autores, comparando a quantidade de gordura e a composição de ácidos graxos de 50 bifes de contra filé de cada espécie (bovinos, cordeiros e suínos) comprados em estabelecimentos comerciais, a maior quantidade de gordura foi encontrada no cordeiro e a menor no suíno. Além disso, a mais óbvia diferença observada na composição de ácidos graxos da carne foi que o ácido linoléico (C18:2) foi maior nos suínos, causando uma maior relação poliinsaturado:saturado. Isso se deve ao maior conteúdo que ácido linoléico (C18:2) presente em dietas a base de cereais consumida pelos suínos, tornando a relação omega6-omega3 numa proporção indesejável.

Outros fatores importantes que influenciam a composição de ácidos graxos e a quantidade de gordura na carne são o sexo, a categoria e o grupo genético, o tipo de fibra que compõe o músculo analisado e sua localização e função. O nível de saturação do ácido graxo também pode influenciar na qualidade da carne, pois amostras com maior nível de ácidos insaturados são mais propensas a oxidação, reduzindo a vida de prateleira da carne.

A Tabela 2 mostra os principais ácidos graxos encontrados por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) em amostras de lombo e pernil suínos.

**Tabela 2:** Composição de ácidos graxos do Lombo e Pernil de Suínos.

Ácido Graxo	Nomenclatura**	Corte (mg/100g de carne)*	
		Lombo	Pernil
10:0	Ácido decanóico	6±1	10±1
12:0	Ácido dodecanóico	4±1	8±0
14:0	Ácido tetradecanóico	50±1	84±1
15:0	Ácido pentadecanóico	2±0	5±0
16:0	Ácido hexadecanóico	712±38	945±1
16:1 n9	Ácido 7-hexadecenóico	10±2	21±0
16:1 n7	Ácido 9-hexadecenóico	99±11	158±0
16:2 n6	Ácido 7,10-hexadecadienóico	1±0	1±0
17:0	Ácido heptadecanóico	7±0	13±0
18:0	Ácido octadecanóico	301±38	291±1
18:1 n9	Ácido 9-octadecenóico	1059±54	1399±4
18:1 n7	Ácido 11-octadecenóico	93±0	122±0
18:1 n5	Ácido 13-octadecenóico	3±1	4±0
18:2 n6	Ácido 9,12-octadecadienóico	317±21	827±4
18:3 n6	Ácido 6,9,12-octadecatrienóico	1±0	1±0
19:1 n9	Ácido 10-nonadecenóico	2±0	1±0
18:3 n3	Ácido 9,12,15-octadecatrienóico	7±0	52±2
18:4 n3	Ácido 6,9,12,15-octadecatetraenóico	1±0	4±0
20:0	Ácido eicosanóico	5±0	3±0
20:1 n9	Ácido 11-eicosenóico	19±1	16±0
20:2 n6	Ácido 11,14-eicoisadienóico	12±1	21±0
20:3 n6	Ácido 8,11,14-eicosatrienóico	4±0	10±0
20:4 n6	Ácido 5,8,11,14-eicosatetraenóico	17±5	84±0
20:3 n3	Ácido 11,14,17-eicosatrienóico	2±0	4±0
20:5 n3	Ácido 5,8,11,14,17-eicosapentaenóico	1±0	3±0
22:3 n3	Ácido 13,16,19-docosatrienóico	2±0	2±1
22:4 n6	Ácido 7,10,13,16-docosatetraenóico	4±0	11±0
22:5 n3	Ácido 7,10,13,16,19-docosapentaenóico	2±0	10±1
22:6 n3	Ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico	1±0	3±0
Totais			
Saturados (%)		40	33
Monoinsaturados (%)		47	42
Poliinsaturados (%)		14	25
Insaturados/Saturados (%)		0,3	0,8
Ômega 3 (%)		0,6	2,0
Ômega 6 (%)		13	23
Ômega6/ômega3		21	12

\*Médias e desvio padrão de 5 amostras em duplicata.

\*\*Nomenclatura: BRIDI e SILVA (2009)

Hautrive, Marques e Kubota (2012), comparando a composição de ácidos graxos do pernil de suínos com carnes bovina (alcatra) e de aves (coxa e sobrecoxa), constataram que o pernil suíno assume papel intermediário referente à quantidade de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados como mostra a Tabela 3.

**Tabela 3:** Proporções de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados em cortes suínos, bovinos e de aves.\*

	Suínos	Bovinos	Aves
	Pernil	Alcatra	Coxa e Sobrecoxa
Saturados	28,02%	32,26%	19,73%
Monoinsaturados	52,20%	61,64%	37,30%
Poliinsaturados	20,26%	5,96%	42,60%

\*Adaptado de Hautrive, Marques e Kubota (2012).

Já Rhee et al. (1988) relatou que o pernil suíno apresenta em média 38-42% de ácidos graxos saturados, 39-44% de monoinsaturados e 18-19% de poliinsaturados, o que leva a uma relação insaturados:saturados de em 1,5 aproximadamente, valor este dentro do nível recomendado para ingestão diária (acima de 0,4) (WOOD et al., 2008).

### 2.2.3 Cor

A aparência da superfície da carne é o que remete ao consumidor a sensação de aceite e da decisão ou não de sua compra, uma vez que é um importante fator inerente a carne e que pode ser percebido visualmente no momento da compra (VALOUS et al., 2009). A cor está intimamente relacionada com a aparência da carne, podendo esta ser apreciada ou depreciada. Os fatores que mais interferem na coloração são a quantidade de mioglobina e o seu estado químico (LAWRIE, 1998; ZENI, 2007).

A quantidade de mioglobina no musculo varia de acordo com a espécie, idade, aporte nutricional, sexo, tipo de músculo, atividade muscular exercida pelo animal ou a localização anatômica do músculo. Músculos com atividade de maior

intensidade possuem maior proporção em mioglobina em relação aos que exercem menos atividade (LAWRIE, 1998).

Melo et al (2014), trabalhando com carne suína, encontraram valores de luminosidade de 49,63 para o músculo *longissimus thoracis* e 44,95 para o músculo *semimembranosus*, para o croma de 7,64 para o músculo *longissimus thoracis* e 8,91 para o músculo *semimembranosus* e tonalidade de 22,68 para o *longissimus thoracis* e 20,71 para o *semimembranosus*, concluindo que o músculo *longissimus thoracis* possui coloração mais clara e menos intensa em relação ao *semimembranosus*.

Para Alves (2011), a proporção dos tipos de fibras que compõe cada músculo está intimamente relacionada com sua coloração, que varia dentro de uma mesma carcaça, onde músculos com uma composição maior de fibras vermelhas (fibras oxidativas) possuem mais propensão a serem mais vermelhos (escuros, vivos) em relação aos músculos com uma maior composição em fibras brancas (fibras glicolíticas), os quais tendem a possuir coloração mais clara (pálidas).

Outro fator que interfere intimamente na coloração da carne é a fisiologia e a bioquímica dos músculos nos momentos antecedentes ao abate e logo após o abate, sendo o pH *post mortem* um dos fatores de maior interferência na coloração final da carne suína (ALVES, 2011).

Heinen (2013) classificou os principais fatores levados em consideração pelos consumidores no momento da aquisição da carne, sendo a cor como o aspecto de maior relevância, seguido pela textura e o aroma, significando que os aspectos sensoriais são os principais atributos de qualidade para os consumidores.

#### 2.2.4 Marmoreio

A gordura intramuscular (marmoreio) também é um fator visual de impacto na decisão de compra da carne, onde os consumidores se dividem, sendo agradável para alguns consumidores, que associam o marmoreio com o sabor e a suculência característicos e desagradável para outros, que associam o marmoreio com o excesso de gordura na carne, preferindo não consumi-la. O marmoreio contribui também para a firmeza da carne refrigerada, onde a solidificação da gordura intramuscular ocorre durante a refrigeração e ajuda na estrutura de produtos comerciais

como bifes, entrecortes, costeletas, mantendo uma espessura uniforme e forma característica durante seu manuseio e armazenamento (ABERLE et al., 2012).

Para Monteiro (2007), os lipídeos em geral são de suma importância na alimentação humana, principalmente pelo seu alto valor energético, presença de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, e por conferir também satisfação ao consumidor da carne, pois produz características organolépticas particulares e importantes durante a mastigação.

### 2.2.5 Capacidade de Retenção de Água

A carne possui uma característica de reter parte da sua própria água quando submetida à aplicação de forças externas, como o aquecimento, prensagem, corte e trituração. Esta característica é denominada capacidade de retenção de água, que influencia diretamente na suculência da carne bem como em seus valores nutricionais, uma vez que uma carne que perde muita água, perde junto com a água nutrientes como proteínas e vitaminas, sendo desinteressante também para a indústria, pois uma carne com baixa capacidade de retenção de água está propensa a uma diminuição no rendimento tecnológico dessa carne (CHEFTEL et al., 1986 apud PIRES; ROSADO; AZEREDO et al., 2002).

Logo no início da mastigação a suculência é facilmente percebida, é a sensação de umidade proveniente do líquido da carne, que é liberado devido à mastigação e juntamente com a salivagem dá uma sensação de suculência e o marmoreio bem como a gordura intermuscular protege o extravasamento precoce do líquido da carne no comento do preparo, segurando a capacidade de retenção de água da carne (ROÇA, 2000).

A água é um componente de grande variação na composição da carne, sendo ela inversamente proporcional ao teor de gordura e ao teor de minerais e de carboidratos. Geralmente, animais mais velhos apresentam um maior nível de gordura, tendo portanto um declínio na porcentagem de água na carcaça com a maturidade (PEARSON; GILLET, 1996).

As moléculas de água possuem carga elétrica neutra, porém, pelo fato de serem polares, são atraídas pelos grupos hidrofílicos das proteínas musculares, se

unindo fortemente a elas, se orientando de acordo com a polaridade do grupo hidrofílico a qual está ligada. Com a morte do animal, ocorre acúmulo de ácido láctico e como consequência queda no pH, acarretando desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, fazendo com que a água não tenha mais afinidade com as proteínas musculares, tornando a carne mais propensa a perder água (ABERLE et al., 2012).

### 2.2.6 pH

Dentre as alterações bioquímicas que ocorrem na transformação do músculo em carne, a queda do pH e a maneira como ocorre essa queda, são os mais determinantes quesitos para a qualidade da carne (BEDNAROVA et al., 2014).

No momento do abate do animal, ocorre uma queda normal no pH, que passa de 7,0 a 7,2 no músculo vivo, para 5,3 a 5,7 na carne, alterando parâmetros como palatabilidade, maciez e cor deixando assim a carne com características mais desejáveis desejáveis (SAVELL; MUELLER; BAIRD, 2005), enquanto para o National Pork Producer's Concil (1999), o pH final satistatório para que a carne suína mantenha seu padrão de qualidade deve estar em torno de 5,6 a 5,9. Essa queda do pH tem por precursor o acúmulo de ácido láctico no espaço extracelular, causado pela ativação da via glicolítica no *post mortem*.

A influência do pH na qualidade da carne se dá sob vários aspectos, principalmente na capacidade de retenção de água, que interfere diretamente no rendimento final do produto, como também na cor da carne, como se os fatores cor, pH e capacidade de retenção de água estivessem interligados e correlacionados.

Um evento de comum ocorrência na qualidade final da carne suína se dá a partir de animais que sofrem intenso estresse pré-abate apresentando uma taxa elevada na glicólise e como consequência uma rápida queda do pH, por conta do acúmulo de ácido láctico formado como substrato da glicólise. Esse fator, combinado com as altas temperaturas na carcaça no momento inicial do *post mortem*, leva à desnaturação das proteínas musculares, ocasionando a carne PSE (pálida, mole e exsudativa), prejudicando o produto final (BEDNAROVA et al., 2014).

### 2.2.7 Maciez

Segundo Madruga et al. (2005), os consumidores levam em consideração no momento da compra da carne, bem como da satisfação ou não derivada desta compra, características como a aparência, a suculência, o sabor e a maciez. O valor comercial da carne está intimamente relacionado com este grau de satisfação dos consumidores, sendo os aspectos relacionados à maciez os mais consideráveis (CALDARA et al., 2012). Tais características são percebidas pelos consumidores através de três aspectos principais: a facilidade de cisalhar a carne com os dentes, a facilidade da fragmentação da carne (envolvida com a mastigação) e o resíduo desta carne que permanece na boca após a mastigação.

Para Scheier, et al. (2013), apesar de a cor da carne ser o principal fator determinante na sua compra, a maciez é considerada o parâmetro mais importante na determinação da qualidade pelos consumidores, é o que remete à satisfação derivada da compra.

Com a morte do animal, cessa o aporte de oxigênio e o controle neural, determinando uma despolarização desenfreada das membranas do retículo sarcoplasmático, acionando a via glicolítica (anaeróbica) que utiliza as reservas musculares de glicogênio, gerando ATP para o atendimento das funções metabólicas do organismo. A via glicolítica tem por substrato a formação de ácido láctico, e seu acúmulo leva a queda do pH. Com o esgotamento das reservas de glicogênio se dá a instalação do *rigor mortis*, onde se inicia o processo de amaciamento da carne, ou resolução do rigor, onde a estrutura miofibrilar sofre certa degradação e a carne retoma a sua maciez (LAWRIE, 2005A).

Os fatores que influenciam a maciez da carne podem ser de natureza *ante mortem* (genética, manejo, alimentação, idade, gênero) e *post mortem* (maturação sanitária, desossa, cocção, entre outros). Dentre os fatores *post mortem*, o sistema enzimático calpaína-calpastatina tem papel fundamental neste amaciamento da carne. A calpastatina é uma enzima endógena inibidora das calpaínas, impedindo então que as calpaínas atuem na degradação das proteínas estruturais musculares, ou seja, a atividade das calpastatinas está relacionada com a maciez da carne e com a força de cisalhamento, onde quanto maior a atividade das calpastatinas, maior a força necessária para cisalhar a carne e menor será sua maciez (KOOHMARAIE, 1992).

Diferentemente dos bovinos, a idade média de abate de suínos adultos, não afeta significativamente a maciez da carne, uma vez que são abatidos ainda sem apresentarem grandes quantidades de tecido conectivo nos músculos (SANTOS et al., 2012). A quantidade de tecido conjuntivo está intimamente relacionado com a textura da carne, onde músculos que exercem atividade mais intensa, como os músculos envolvidos na locomoção do animal, geralmente apresentam maior teor de tecido conjuntivo, sendo menos macios (ABERLE et al., 2012).

O colágeno é o principal constituinte do tecido conjuntivo, um tipo de proteína macromolecular, caracterizado pelo alto nível de glicina, prolina e hidroxiprolina (RODRIGUES, 2009), sendo que a última possui um nível relativamente constante (cerca de 12,8%), sendo assim, é utilizada para quantificar a quantidade de colágeno da carne (PARDI et al., 2006).

Segundo Ramos e Gomide (2007), a função mais importante do colágeno muscular é o suporte das fibras, ou seja, na ação de movimento realizada pelos músculos, é o colágeno que realiza a transmissão de força das miofibrilas ao esqueleto ósseo, compondo então os ligamentos e tendões, além de fazer parte da constituição do endomísio, perimísio e epimísio, que são responsáveis pelo suporte do músculo (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2009).

O colágeno pode ser encontrado na carne em seis tipos diferentes, sendo eles diferenciados principalmente pela origem e localização, o colágeno tipo I é localizado em paredes de vasos sanguíneos, tendões, ossos, pele e carne e é sintetizado pelos fibroblastos, possuem diâmetro entre 80 e 160 nm; o tipo II são encontrados nos discos intervertebrais e na cartilagem hialina, são sintetizados pelas células formadoras de cartilagem; o tipo III é responsável pela formação das fibras reticulares elásticas e está presente também no pulmão e aorta, é sintetizado pelos fibroblastos e células musculares lisas; o tipo IV ocorre no endomísio e é sintetizado pelas células musculares lisas; o tipo V é encontrado na base de membranas das fibras musculares e é sintetizado pelos mioblastos, e o tipo VI é um conglomerado do tipo VI, formando uma rede filamentosa encontrada nos músculos e na pele (FLORES; BERMELL, 1988), sendo os de maior relevância para parâmetros de qualidade da carne os de tipo I e III (NISHIMURA, 2010).

Segundo Garvican et al. (2010), são dois os tipos de ligações cruzadas formadas pelas moléculas de colágeno, as intramoleculares, que compreendem as

cadeias  $\alpha$  com o tropocolágeno, e as intermoleculares que compreendem a união de duas triplas hélices, sendo o segundo tipo de ligação cruzada essencial na estabilidade e estrutura do colágeno.

A idade ao abate dos animais influencia de forma direta a qualidade do colágeno presente na carne, onde animais jovens possuem maior intensidade de produção de colágeno novo, o qual possui menor proporção de ligações cruzadas responsáveis por reduzir a solubilidade do colágeno, sendo assim, o colágeno de animais jovens é mais facilmente solubilizado (HADLICH et al., 2008).

Portanto animais mais jovens possuem síntese de colágeno muscular em maior quantidade por terem uma maior produção de tecido conjuntivo. Conforme a idade do animal aumenta, a quantidade da produção de colágeno (e também elastina) diminui e aumentam as proporções de ligações cruzadas entre as moléculas de colágeno, que são mais estáveis e resistentes ao calor, tornando-o insolúvel (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2009), dificultando sua desnaturação e conseqüentemente diminuindo a sensação de maciez da carne (NISHIMURA, 2010).

A quantidade de carne na carcaça produzida pelo animal bem como a velocidade com que ocorre esta deposição está relacionada com o número de fibras musculares e o tamanho e diâmetro destas. Estes dois fatores interferem também na textura da carne, que pode muitas vezes ser até percebida a olho nú (LAWRIE, 2006b). O diâmetro das fibras musculares pode também estar relacionado com o rendimento de carne. Acredita-se que animais com maior número de fibras e de diâmetro moderado, produzam carne de melhor qualidade (LEFAUCHER, 2006). Para Borosky (2011), as características intrínsecas ao tecido muscular tem relação direta com a proporção dos tipos de fibra de sua composição.

As fibras musculares eram anteriormente classificadas quanto ao seu conteúdo de hemoglobina em vermelhas (contendo maior conteúdo) ou brancas (contendo menor conteúdo) (BREAZILE, 1996).

Atualmente, uma das metodologias mais utilizadas para classificar as fibras musculares é baseada no metabolismo oxidativo ou glicolítico das fibras, como por exemplo a classificação proposta por Peter et al. (1972), que consiste na divisão das fibras musculares em SO (*slow oxidative* – fibras de contração lenta e metabolismo oxidativo / fibras vermelhas); FG (*fast glycolytic* – fibras de contração rápida e

metabolismo glicolítico / fibras brancas) e FOG (*fast oxidative-glycolytic* – fibras de contração rápida e metabolismo glicolítico e oxidativo / fibras intermediárias).

Segundo Arrigoni et al. (2004), o diâmetro das fibras musculares tende a aumentar com a idade e existe uma relação inversa entre a capacidade oxidativa das fibras musculares e seu diâmetro, portanto, fibras vermelhas de metabolismo oxidativo em geral apresentam diâmetro menor que fibras brancas de metabolismo glicolítico devido a maior atividade metabólica oxidativa das fibras vermelhas, que possuem organização mais complexa do retículo sarcoplasmático e linhas Z mais espessas, maior leito capilar onde ocorre maior circulação sanguínea e transferência de resíduos metabólicos, nutrientes e oxigênio necessários ao metabolismo, apresentam contração mais lenta e mais duradoura, tendo uma maior resistência à fadiga o que leva a uma menor propensão à tensão muscular em relação as fibras brancas.

Enquanto as fibras brancas geralmente possuem maior diâmetro, as poucas mitocôndrias presentes possuem menor tamanho, as linhas Z são mais finas e a organização do retículo sarcoplasmático é mais simples. Contraem-se rapidamente, o que leva a altos picos de tensão muscular, levando a fadiga (FORREST et al., 1979).

Já as fibras intermediárias possuem contração mais rápida em relação às fibras vermelhas, porém possuem uma maior resistência à fadiga quando comparadas com as fibras brancas. Apresentam baixa quantidade de mioglobina e quantidade razoável de mitocôndrias, com metabolismo misto oxidativo e glicolítico (BANKS, 1991).

Em geral, animais com maior proporção de músculo na carcaça e com fibras de maior diâmetro tendem a possuir maior proporção de fibras glicolíticas em sua composição muscular, indicando carnes de coloração mais clara e com menor capacidade de retenção de água (RYU; KIM, 2005).

Os diferentes tipos de fibra atuam de formas diferentes na contração muscular bem como na maturação da carne, portanto, as proporções com que cada tipo de fibra atua na composição do músculo e interfere na qualidade final da carne, pois o metabolismo característico de cada tipo de fibra atua diretamente em vertentes como a capacidade de retenção de água, a maciez, a queda do pH *post mortem* e as propriedades sensoriais da carne.

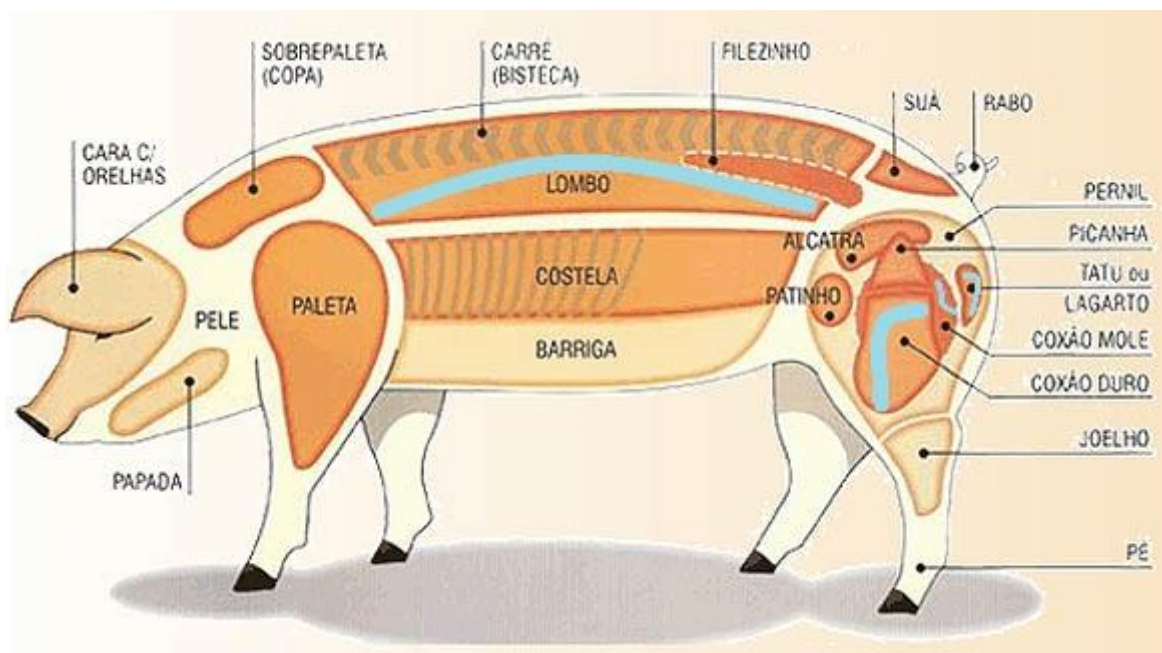
As fibras glicolíticas apresentam maior atividade de ATP, contrações mais rápidas, acúmulo de *ácido lático* mais intenso no post mortem, ocasionando uma queda mais rápida do pH final (PARK et al.,2007).

### 2.3 CARACTERÍSTICAS MUSCULARES

As carnes nobres do suíno são, via de regra, o lombo (*longissimus thoracis*) e o pernil (onde estão localizados os músculos *bíceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus*) (MAGNONI; PIMENTEL, 2007).

A representatividade do lombo e do pernil na carcaça é de em média 10% e 25% respectivamente (SILVEIRA et al., 1988; DUTRA JR et al., 2001; GAEBLER, 2010; MOREIRA et al., 2014), demonstrando a relevância destes cortes e a importância de estudos relacionados a eles.

A Figura 1 demonstra a representação de uma carcaça suína com seus principais cortes comerciais, onde se destacam o coxão duro (*bíceps femoralis*), o lombo (*longissimus thoracis*), o coxão mole (*semimembranosus*) que são os componentes do pernil, e o lagarto (*semitendinosus*).



**Figura 1:** Principais cortes suínos  
**Fonte:** CARNES, 2012

Os músculos do pernil estudados neste trabalho: *bíceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus*, juntos constituem a região posterior da coxa e possuem funções anatômicas e inserções diferentes (DANGELO; FATTINI, 2007), como demonstrado na Tabela 3:

**Tabela 4:** Origem, inserção e função dos músculos da região posterior da coxa: *bíceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos.

Músculo	Origem	Inserção	Função
<i>Bíceps femoralis</i>	Tuberosidade isquiática e linha áspera do fêmur	Cabeça da fíbula	Flexão da perna e extensão da coxa
<i>Semimembranosus</i>	Tuberosidade isquiática	Côndilo medial da tíbia	Rotação lateral do joelho e medial do quadril
<i>Semitendinosus</i>	Tuberosidade isquiática	Face medial do corpo da tíbia	Rotação medial do joelho

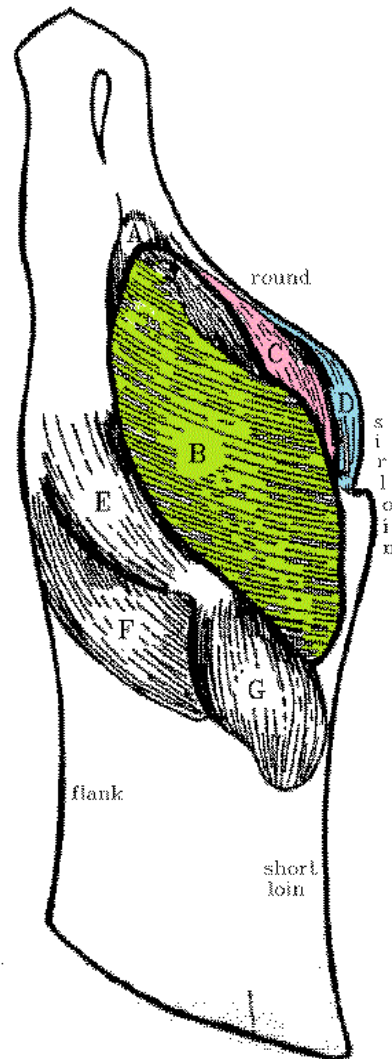
Fonte: Adaptado de Dangelo e Fattini, 2007.

Apesar de estarem localizados anatomicamente bem próximos, os músculos exercem funções diferentes e, portanto, podem ter diferentes composições químicas e fisiológicas (LIN; CARPENTER; REAGAN, 1985).

Existem fatores que influenciam os processos bioquímicos *ante* e *post mortem*, tais como a composição do tipo de fibra muscular, a área das fibras e a densidade dos músculos, interferindo assim na qualidade final da carne.

O músculo esquelético é composto por associações de diferentes tipos de fibras, fazendo com que os músculos se diferenciem dentro da mesma carcaça. Essa variação intermuscular pode estar relacionada às propriedades metabólicas e contráteis, conforme o arranjo e distribuição dos tipos de fibras que compõem particularmente cada músculo (KLONT; BROCKS; EIKELENBOOM et al., 1998).

Na Figura 2 pode-se observar a disposição anatômica dos músculos *bíceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus*.



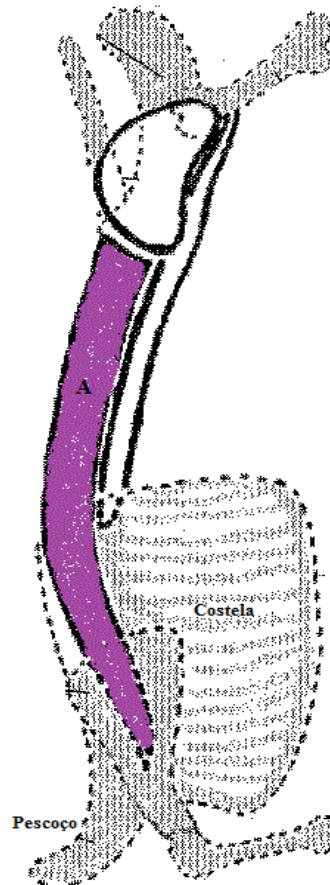
**Figura 2:** Disposição anatômica dos músculos do pernil: *Gastrocnêmio* (A), *Bíceps femoralis* (B), *semitendinosus* (C) e *semimembranosus* (D), Vaso Lateral (E), Tensor da fâscia lata (F) e glúteo médio (G) em suínos. **Fonte:** Adaptado de Animal and Poultry Science (2014) [http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch4\\_1.htm](http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch4_1.htm).

Existem fatores que influenciam os processos bioquímicos antes e depois da morte, tais como a composição do tipo de fibra muscular, a área das fibras e a densidade dos músculos, interferindo assim na qualidade final da carne.

O músculo esquelético é composto por associações de diferentes tipos de fibras, fazendo com que os músculos se diferenciem dentro da mesma carcaça. Essa variação intermuscular pode estar relacionada às propriedades metabólicas e contráteis,

conforme o arranjo e distribuição dos tipos de fibras que compõe particularmente cada músculo (KLONT; BROCKS; EIKELEBOOM et al., 1998).

A Figura 3 representa a localização anatômica do músculo *longissimus thoracis*.



**Figura 3:** Disposição anatômica do músculo *longissimus thoracis* (A) em suínos

**Fonte:** Adaptado de Animal and Poultry Science (2014)

[http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch4\\_1.htm](http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch4_1.htm).

O *longissimus thoracis* é um músculo de grande expressividade na cadeia da carne suína, e de grande conhecimento científico, uma vez que dele pode ser extraído diversos tipos de corte como o lombo, bisteca, carré e o *prime rib* suíno. Os feixes de fibras musculares do *longissimus thoracis* estão dispostos formando ângulo agudo em relação à coluna vertebral. A área da secção transversal do *longissimus thoracis* aumenta em sentido cranial - caudal, mas pode se dizer que o *longissimus*

*thoracis* tem uma área de secção transversal relativamente constante ao longo do lombo (Animal and Poultry Science, 2014).

A composição da carne sofre interferência também da localização anatômica do corte a ser avaliado, sendo que o potencial nutritivo do corte é proveniente da função exercida para cada tecido no organismo. Músculos que desenvolvem maior atividade, por exemplo, possuem uma maior quantidade de água e, conseqüentemente, um menor teor de gordura (PARDI et al., 2006). Para descrever a composição da carne deve ser especificado o corte ou tecido o qual se trata e não deve estar incluso de tendão e osso, bem como de gordura extra muscular. Estas variações na composição de cada músculo ou corte resultam em diferenças no valor nutritivo da carne (PEARSON; GILLET, 1996).

A indústria da carne, em longo prazo, deve se apoiar na capacidade de fornecimento de produtos cada vez mais visualmente atraentes e com origem de procedência, proporcionando assim o aumento no nível de satisfação dos consumidores para sua compra da carne, incentivando assim a fidelização das marcas bem como o hábito de ingerir mais carne suína (MALTIN et al., 1997).

Melo et al. (2014), trabalhando com os músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* provenientes de suínos alimentados com dietas isonutrientes, obtiveram diferentes resultados para os parâmetros de cor (luminosidade, intensidade de vermelho-verde, intensidade de azul-amarelo, croma e tonalidade), pH, perda de líquido no descongelamento, perda de líquido na cocção e força de cisalhamento (Tabela 5):

**Tabela 5:** Médias obtidas por Melo et al. (2014) para parâmetros físico químicos dos músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* de suínos.

Musculo	L*	a*	b*	c*	h*	pH	PLD	PLC	FC
LT	49.63	6.92	3.00	7.64	22.68	5.35	15.39	24.96	4.39
SM	44.95	8.29	8.91	20.71	23.11	5.42	13.77	23.11	4.59

L\* = luminosidade. a\* = componente vermelho-verde. b\* = componente azul-amarelo. c\* = croma. t° = tonalidade. pH = potencial hidrogeniônico. PLD = perda de líquido no descongelamento. PLC = perda de líquido na cocção. FC = força de cisalhamento. LT = *longissimus thoracis*. SM = *semimembranosus*.

Os resultados obtidos para cor demonstram que o músculo *semimembranosus* de suínos é relativamente mais escuro que o *longissimus thoracis*,

pois apresenta menor valor de luminosidade e maiores valores de croma e tonalidade, indicando uma carne mais pigmentada, o que vai de acordo também com o pH, onde geralmente carnes mais claras com características de maior proporção em fibras glicolíticas apresentam um pH relativamente mais baixo, como no caso do músculo *longissimus thoracis*. Para a perda de líquido no descongelamento e cocção, o músculo *longissimus thoracis* apresentou maiores valores, o que também pode ter relação com a coloração mais pálida, onde carnes que tendem a perder mais água podem perder junto com ela nutrientes e pigmentos. Na força de cisalhamento, o *longissimus thoracis* apresenta-se também sutilmente mais macio.

Enquanto Araújo et al. (2011), trabalhando com os mesmos músculos (*longissimus thoracis* e *semimembranosus*) de suínos, encontraram valores de pH entre 5,62 e 5,68. E analisando a perda de água no gotejamento obtiveram valores de 2,6 e 1,9g sucessivamente.

Bednarova et al. (2014), comparando dois trabalhos realizados a fim de aferir o pH final dos músculos *adutor* e *semimembranosus* de suínos, constataram que entre os músculos não existe diferença significativa no pH final e ainda que seria interessante realizar uma medida de pH inicial para ter o comparativo, porém é uma análise difícil, pois deve ser realizada cerca de 45 minutos após o abate, associado com a localização dos músculos que estão internos à carcaça.

Os resultados encontrados por Carvalho, Oliveira e Azevedo et al. (2013) constataam que o teor médio de gordura no músculo *bíceps femoralis* é de  $5,36 \pm 0,26$  g/100g enquanto no *longissimus thoracis* é de em média  $3,02 \pm 0,32$  g/100g, em suínos machos da raça Bísara de Portugal, alimentados com ração comercial.

Avaliando as alterações de crescimento muscular em diferentes espécies de interesse zootécnico, Wegner, Albrecht e Fiedler (2000) relataram que animais mais musculosos e com fibras de maior diâmetro também obtiveram maior proporção de fibras glicolíticas em sua musculatura, apresentando carne mais clara (com maior valor de L\*) e com menor capacidade de retenção de água.

Larzul, et al. (1997), pesquisando parâmetros fenotípicos e genéticos das fibras musculares do músculo *longissimus dorsi* de suínos provenientes da raça Large White, bem como sua relação com o crescimento, qualidade de carcaça e carne, relatam uma correlação genética positiva e alta ( $r = 0.68$ ) para medida de diâmetro de

fibra e conteúdo de gordura intramuscular do *longissimus dorsi*. O marmoreio é uma característica que está associada ao aumento da sensação de maciez e principalmente o sabor da carne suína, o que remete a ideia de que quanto maior o diâmetro de fibra do músculo, maior a quantidade de gordura de marmoreio e conseqüentemente maior será a maciez da carne.

As fibras musculares oxidativas (vermelhas), intermediárias e glicolíticas (brancas) compõe o tecido muscular e essa composição tem relação com as características pertinentes a cada músculo como a fisiologia e o tamanho do tecido muscular. Elas diferem no que se diz respeito a sua funcionalidade, onde as fibras oxidativas (aeróbicas) possuem contração lenta e são chamadas de fibras do tipo I, as fibras intermediárias (misto entre aeróbicas e anaeróbicas) possuem contração rápida e são chamadas fibras do tipo II B enquanto as fibras glicolíticas (anaeróbicas) também possuem contração rápida e são chamadas de fibras do tipo II A (GUYTON; HALL, 2006).

O músculo *longissimus thoracis* apresenta conteúdo de fibras glicolíticas cerca de 2 a 3 vezes a mais que fibras oxidativas e intermediárias (DAL PAI et al., 1997).

Melo et al. (2014), trabalhando com os músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* de suínos, encontraram valores de força de cisalhamento de 4,39kg e 4,59kg respectivamente, enquanto Athayde et al. (2010) encontraram valores próximos à 4,56kg para a força de cisalhamento do lombo, sugerindo que não existe grandes variações entre a maciez destes músculos.

A estrutura das carcaças de bovinos e suínos é muito parecida, mesmo quando se trata na denominação dos cortes comerciais, mesmo que não muito conhecidos separadamente os cortes suínos possuem nomenclatura próxima ou até idêntica aos bovinos, o que facilita o momento da compra para os consumidores (ABIPECS, 2012a).

## REFERÊNCIAS

ABERLE, E.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. **Principles of meat science**. 5 ed, USA, Kendall Hunt Publishing Company, 2012, 395.

ABIPECS. **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Relatório 2008. Disponível em: < <http://www.carnesuinabrasileira.org.br/index.html>. > Acesso em 27 out. 2014.

ABIPECS. **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Relatório 2012a. Disponível em: < [http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatoriosassociados/ABIPECS\\_relatorio\\_2012\\_pt.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/relatoriosassociados/ABIPECS_relatorio_2012_pt.pdf)> Acesso em: 27 out. 2014.

ABIPECS. **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Relatório 2013b. Disponível em: < [http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/consumo/Oferta\\_e\\_demanda\\_2013.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-interno/consumo/Oferta_e_demanda_2013.pdf)> Acesso em: 27 out. 2014.

ABIPECS. **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Relatório 2014c. Disponível em: < <http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/producao-2.html>> Acesso em: 03 jan. 2015.

ALVES, L. R. Qualidade de carne suína: Efeito do gene halotano sobre a deposição de gordura intramuscular e efeito da suplementação com minerais no pré-abate. 2011. 121 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

AMERLING, C. **Tecnologia de la carne: antologia**. EUNED, 2001. 178 p.

ANIMAL AND POULTRY SCIENCE: Major muscles of the carcass. 2014. Disponível em: < <http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/HTML10234/LABS/LAB8.2.html> > Acesso em: 15 de jan. 2015.

ARAÚJO, A. P. et al. Efeito na qualidade da carne de suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária 38 ed. **Anais...** Florianópolis, 2011.

ARRIGONI, M. B. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1033-1039, 2004.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DO CORAÇÃO. American Heart Association. Disponível em: < <http://www.heart.org/HEARTORG/> >. Acesso em: 15 de dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE SUINOCULTORES. **As exigências de consumidores de carne suína no mundo**. Disponível em: < <http://www.aps.org.br/noticias1-timas/234-as-exigencias-dos-consumidores-de-carne-suina-no-mundo.html> > Acesso em: 25 nov. 2014.

ATHAÍDE, N. B. Desempenho, qualidade de carne e estresse de suínos suplementados com ractopamina. 2010. 124 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Paulista – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu. 2010.

- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1991. 629p.
- BEDNAROVA, M. et al. Monitoring of color and pH in muscles of pork leg (*M. Adductor* and *M. Semimembranosus*). **Patravinarstvo Scientific Journal for Food Industry**. v. 8, n. 1, p. 45 – 53. 2014.
- BIGI, M. O frango pode estar entrando numa maciça comoditização sem nenhuma açã paralela numa perigosa rota sem retorno. **Anuário Avicultura e Suinocultura Industrial**. 1994, v. 84, n. 1006, p. 65 – 73, 1993.
- BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: Conferencia Internacional Virtual Sobre Qualidade de Carne Suína. p. 393 – 402. **Anais...** Concórdia, 2001.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 98 – 104, 2002.
- BREAZILE, J. E. Fisiologia do Músculo Esquelético. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Dukes **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 11ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1996. P. 777 – 793.
- BOROSKY, J. C. et al. Fibra muscular, desempenho e a qualidade da carcaça de quatro grupos genéticos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**. v. 12, n. 3, 2011.
- CAL, M. Carne suína: opção saudável no cardápio diário. **Instituto de Metabolismo e Nutrição**. São Paulo. 2006. Disponível em < [www.nutricaoclinica.com.br](http://www.nutricaoclinica.com.br) > Acesso em 02 de fevereiro de 2015.
- CALDARA, F. R. et al. Propriedads físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**. Salvador. v. 13, n. 3, p. 815 – 824. 2012.
- CARNES. **Mais Nutrição**, maio, 2012. Disponível em: <<http://nutricaoosaudemais.blogspot.com.br/2012/05/sexta-aula-carnes.html>>. Acesso em: 9 de fev 2015.
- CARVALHO JR, F. M. Utilização de ractopamina para suínos em crescimento e terminação. 2014. 68 f. **Dissertação** (Mestrado em Produção e Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- CARVALHO, M. A. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; AZEVEDO, J. M. T. Efeito do sexo no perfil em ácidos gordos do músculo *bíceps femoralis* de suínos da raça Bísara. **VII Congresso Mundial do Presunto**. Ourique, 2013.
- CERUTTI, M. Programa de garantia de qualidade para a carne suína brasileira. In: Seminário Internacional sobre Produção, Mercado e Qualidade da Carne de Suínos. 2003. **Anais...** Florianópolis, 2003. Disponível em < [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0503\\_avesui\\_cerutti.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0503_avesui_cerutti.pdf) > Acesso em: 23 dez. 2014.

Dal Pai, V. et al. Fiber-type composition of skeletal muscle tissue in different breeds of pigs (*Sus scrofa*). **Brazilian Journal Morphol Science**. v. 14, p. 29 – 35, 1997.

DALEN, G. A. Assuring eating quality of meat. **Meat Science**. v. 43, p. 21 – 33, 1996.

DANGARAN, K., TOMASULA, P. M.; QI, P. Structure and function of protein-based edible films and coatings. In: EMBUSCADO, M. E.; KERRY, C.; HUBERM K. C. **Edible Films and Coatings for Food Applications**. New York: Springer, 2009. p. 25 - 26. Disponível em: < [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-92824-1\\_2](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-92824-1_2) >. Acesso em: 30 nov. 2014.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia Humana, Sistêmica e Segmentar**. São Paulo: Atheneu, 2007.

DERAL. Departamento de Economia Rural. **Suinocultura: Análise da Conjuntura**. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/suinocultura\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/suinocultura_2013_14.pdf) > acessado em: 1 de nov. 2014.

DEVATKAL, S. K.; NAVEENA, B. M. Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. **Meat Science**, v. 85, n. 2, p. 306–311, 2010.

DRUCIAKI, V. P.; MENDES, C. M. Estratégias de Integração Territorial no Paraná e suas descontinuidades. Disponível em: <[http://www.augm-cadr.org.ar/archivos/7mo-730coloquio/mesa\\_6/20080356.pdf](http://www.augm-cadr.org.ar/archivos/7mo-730coloquio/mesa_6/20080356.pdf)> acessado em 1 de nov. 2014

DUTRA JR. W. M. et al. Estimativa de rendimento de cortes e tecidos de suínos em diferentes pesos ao abate pela técnica de Ultra Sonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 4. 2001.

FALLEIROS, F. T.; MIGUEL, W. C.; GAMEIRO, A. H. A desinformação como obstáculo ao consumo da carne suína *in natura*. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2008. **Anais...** Acre, 2008.

FARIA, I. G.; FERREIRA, J. M.; GARCIA, S. K. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 251 – 256, 2006.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influencia sobre a qualidade de carne. In: I Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. **Anais...** Concórdia, 2000. p. 55-75.

FÁVERO, J. A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. **Anais...** ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, São Pedro, 2001. p.2-25.

FAVERO, J. A.; FIGUEIREDO, E. A. P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**. v. 56, n. 4, p. 420-427, 2009.

FAVERO, J. A.; GUIDONI, A. L. Normatização e padronização da tipificação de carcaças de suínos no Brasil – Aspectos positivos e restrições. In: II Conferência Internacional Virtual Sobre Qualidade da Carne Suína. **Anais...** Concórdia, 2001. Disponível em: < [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf) > Acesso em: 19 dez. 2014.

FILHO, L. C. P. M. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão brasileira. In: I Conferência Internacional Virtual da Qualidade da Carne Suína. **Anais...** Concórdia, 2000. p. 34-40

FLORES, J.; BERMELL, S. Colágeno: características y propiedades de interés para la industria cárnica. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentos**. v. 28, n. 4, p. 463 - 472, 1988.

FORREST, J. C. et al. **Fundamentos de ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

FUJITA, E. S. Brasil e China, uma parceria estratégica modelar. **Revista Política Externa**. v. 737, p. 60, 2012.

GAEBLER, L. S. Avaliação de Carcaça Suína e Bovina. 2010. 74 f. **Relatório** (TCC Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Paraná. 2010.

GALLET, C.A. The income elasticity of meat: a meta analysis. **The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**. v. 54, n. 4, p. 477 – 490, 2010.

GARVICAN, E. R. et al. Biomarkers of cartilage turnover. Part 1: Markers of collagen degradation and synthesis. **The Veterinary Journal, Wirral**. v. 185, p. 36 – 42, 2010.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Tradução 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HADLICH, J. C.; LONGHINI, L. G. R.; MASON, M. C. A influência do colágeno na textura da carne. **PUBVET**, Londrina. v. 2, n. 32, ed. 43, art. 160, 2008. Disponível em: [http://www.pubvet.com.br/artigos\\_det.asp?artigo=160](http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=160). Acesso em: 13/01/2015.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Revista Alimentação e Nutrição**. Araraquara. v. 23, n. 2, p. 237 – 334, 2012.

HEDRICK, H. B. **Principles of meat science**. 3ed. Kendall/Hunt Publishing Company, 1994, 354p.

HEINEN, S. M. Principais aspectos considerados por consumidores na aquisição de carne suína. 2013. 58 f. **TCC** (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

HOSHI, E.H. Ractopamina em porcas gestantes: efeitos nos parâmetros reprodutivos, na hiperplasia muscular fetal, no desempenho e nas características de carcaça da

progênie. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina. 2004.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Grupo de Estudos de Políticas Agroindustriais - Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Paraná. **Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne suína no Estado do Paraná**: sumário executivo. Curitiba: IPARDES, 2002. 54 p

IPARDES. Análise da competitividade da cadeia agroindustrial da carne suína no estado do paraná. **Paraná tecnologia**. 256 p. 2002.

IRGANG, R. Retrospectiva e perspectiva da melhoria genética da qualidade da carne suína. In: II Conferência Internacional Virtual Sobre Qualidade da Carne Suína. **Anais...** Concórdia, 2001. Disponível em: < [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais01cv2\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf) > Acesso em: 19 dez. 2014.

JOO, S. T. et al. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, p. 828 – 836, 2013.

JUDGE, M.D. et al. **Principles of meat science**. 2.ed. Dubuque, Kendall/ Hunt Publishing Company, 1989. 351 p.

KLONT, R. E.; BROKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fiber type and meat quality. **Meat Science**. v. 49, s. 1, p. s219 – 229, 1998.

KOOHMARAIE, M. Ovine skeletal muscle multicatalytic proteinase complex (proteasome): purification, characterization and comparison of its effects on myofibrils with  $\mu$ -calpains. **Journal of Animal Science**; v. 70, p. 3697 – 3708, 1992.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e o controle**. 5º ed. São Paulo Atlas. 2009.

LARZUL, C. et al. Phenotypic and genetic parameter for Longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass, and meat quality traits in large white pigs. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 3126 – 3137, 1997.

LAS CASAS, A. L. **Administração de Marketing: conceitos, exercícios, casos**. 8º ed. São Paulo: Atlas. 2009

LAWRIE, R. A. **Meat Science**, 6 ed, Woodhead Publishing, 1998. 336 p.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

LAWRIE, R. A. **Meat Science**. 7 ed, Woodhead Publishing Limited, 2006. 464 p.

LEFAUCHER, L. Myofibre typing and its relationships to growth performance and meat quality. **Archives Animal Breeding – Archiv Tierzucht**. v. 49, Special Issue, p. 137 – 149, 1985.

LIGHT, N. et al. The role of epymisial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. **Meat Science**, v. 13, p. 137 – 149, 1985.

LIN, R. R.; CARPENTER, J. O.; REAGAN, J. O. Chemical, cooking and textural properties of *semimembranosus*, *semitendinosus* and *biceps femoralis* muscle of pork. **Journal of Food Quality**. v. 7, p. 277 – 281, 1985.

LOVATTO, P. A. **Suinocultura Geral: Nutrição e Alimentação**. v. 2, p. 17 – 33, 2002.

MADRUGA, M. S. et al. Características químicas e sensoriais de cortes comerciais de caprinos srd e mestiços de Bôer. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, p. 713-719, 2005.

MAGANHINI, M. B. et al. Carnes PSE (pale, soft, exudative) and DFD (dark, firm, dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, p. 69 – 72, 2007.

MAGNONI, D.; PIMENTEL, I. **A importância da carne suína na nutrição humana**. São Paulo, Unifesp, 2007.

MALTIN, C. A. et al. Pig muscle fiber characteristics as a source of variation in eating quality. **Meat Science**. Barking, v. 47, p. 237 – 248, 1997.

MANDIGO, R. W. A new look at belly and bacon values. **National Hog Farmer**. 2002. Disponível em: < [http://www.national-hogfarmer.com/ar/farming\\_value\\_ham\\_primals/index.htm](http://www.national-hogfarmer.com/ar/farming_value_ham_primals/index.htm) >. Acesso em: 15 nov. 2014.

**Manual de Nutrição**: Profissionais da Saúde, departamento de nutrição e metabologia da SBD, São Paulo, 2009. 59 p.

MAPA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. 2013. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2009/07/brasil-e-lider-mundial-em-produtividade-agropecuaria> >. Acesso em: 16 nov. 2014.

MARTINS, T. D. D. et al. Composição centesimal e valor calórico da carne suína *in natura* comercializada na microregião do brejo paraibano. In Zootec 2005. **Anais...** Campo Grande, 2005.

MELO, D. S. et al. Qualidade da carne de suínos com uso de glicerina na alimentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 66, n. 2, 2014.

MOELLER, S. J. et al. Consumer perceptions of pork eating quality as affected by pork quality attributes and end-point cooked temperature. **Meat Science**. v. 84, n. 1, p. 14 – 22, 2010.

MONTEIRO, J. M. C. Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos. 2007. 111 f. **Tese** (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

MOREIRA, A. C. G. et al. Peso e rendimento de cortes de dois genótipos de suínos comerciais. In: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia. **Anais...** Vitória, 2014.

NASCIMENTO, J. D. Fatores determinantes do rendimento de carne magra em suínos: melhoramento genético. Disponível em: <[http://cnpsa.embrapa.br/sg/sgc\\_publicacoes/anais0104\\_donisete.pdf](http://cnpsa.embrapa.br/sg/sgc_publicacoes/anais0104_donisete.pdf)> Acesso em: 05 dez. 2014

NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC). **Pork quality targets**. 1999. Disponível em: < <http://www.nppc.org/facts/targets.html> > Acesso em: 2 de fev. 2015.  
NISHIMURA, T. The role of intramuscular connective tissue in meat texture. **Animal Science Journal**, Sapporo, v. 81, p. 21 – 27, 2010.

NOVELLO, D.; FREITAS, R. J. S.; QUINTILIANO, D. A. Fat and cholesterol in swine, bovine and chicken meat. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. v. 31, n. 2, p. 103 – 121, 2006.

ONU Organização das Nações Unidas. Disponível em < <http://nacoesunidas.org/> > Acesso em: 07 out. 2013.

PACHECO, G. D. Ganho compensatório de suínos em crescimento e terminação e seus efeitos na qualidade da carne. 2006. 62 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, 2006.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2a ed. Vol. I, Goiânia: Ed da UFG, 2006 624p.

PARK, B. Y. et al. Effect of fiber type on post-mortem proteolysis in *longissimus* muscle of Landrace and Korean native black pigs. **Meat Science**. Barking, v. 77, p. 482-492, 2007.

PEARSON, A. M.; GILLET, T. A. **Processed Meats: A Chapman & Hall food Science book**. 3 ed, Springer Science & Business Media, 1996. 448p.

PEARSON, A. M. Meat and Health. In: Lawrie, R. **Developments in Meat Science**. Londres. Applied Science Publishers, v. 2, p. 241 – 292, 1981.

PETER, J.B. et al. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. **Biochemistry**. v. 11, n. 14, p. 2627 – 2633, 1972.

PIRES, I. S. C.; ROSADO, G. P.; AZEREDO, R. M. C. Proximate analysis weight losses and tenderness of pork loin (*longissimus dorsi*) submitted to diferente freezing and tha wing treatments. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 15, n. 2, p. 163 – 172, 2002.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2 ed, Viçosa: UFV, 2009. 599p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M. FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2009, 370 p.

RESSURECION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, v. 66, p. 11 – 20, 2004.

RHEE, K. S. et al. Effect of dietary high-oleic sunflower oil on pork carcass traits and fatty acid profiles of raw tissues. **Meat Science**. v. 24, n. 4, p. 249 – 260, 1988.

RODRIGUES, V. Análises dos efeitos do colágeno bovino e derivados na proliferação celular e biossíntese de colágeno em fibroblastos humanos. 2009. 74 f. **Dissertação** (Mestrado em Biotecnologia) – Interunidades em Biotecnologia USP/ Instituto Butantan/IPT, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

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

ROPPA, L. O consumo de carne suína no mundo. **Pork World**. v. 29, p. 30 – 36, São Paulo, 2004.

ROPPA, L. Perspectivas da produção mundial de carnes. **Pork World**. v. 34, p. 16 – 27, São Paulo, 2006a.

RYU, Y.C.; KIM, B.C. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle. **Meat Science**. v. 71, p. 351 – 357, 2005.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. **Anais...** São Pedro, 2001. p. 26-55.

SANTOS, V. M. O. et al. Marinade with alkaline solutions for the improvement of pork quality. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 47, n. 11, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2012001100013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2012001100013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 09 jan. 2015.

SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C.; VENTURINI, K. S. **Processamento da Carne Suína**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007. Disponível em: <[http://www.agais.com/telomc/b01907\\_processamento\\_suinos.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01907_processamento_suinos.pdf)>. Acesso em 15 de janeiro de 2015.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**. v. 70, p. 449 – 459, 2005.

SCHEIER, R. Early postmortem determination of porcine meat quality using Raman spectroscopy. 2014. 96 f. **Tese** (Doutorado) - University of Bayreuth, Faculty of Mathematics, Physics and Computer Sciences. Bayreuth, 2014

SEUSS I. The nutritional value of meat and meat products. A critical look at their constituents as compared with other foods. **Fleischwirtschaft Journal**, v. 70, p. 1444 – 1447, 1990.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**. v. 24, n. 6, 2011.

SILVEIRA, E. T. F. et al. **Suínos: Abate, cortes e processamento na área rural**. Manual Técnico n. 2. Campinas, 1998. 59p.

Sociedade Brasileira de Nutrição Parental e Enteral – Sociedade Brasileira de Clínica Médica Associação Brasileira de Nutrologia. **Projeto Diretrizes**. Disponível em: < [http://www.projetodiretrizes.org.br/9\\_volume/recomendacoes\\_nutricionais\\_de\\_adultos\\_em\\_terapia\\_nutricional\\_enteral\\_e\\_parenteral.pdf](http://www.projetodiretrizes.org.br/9_volume/recomendacoes_nutricionais_de_adultos_em_terapia_nutricional_enteral_e_parenteral.pdf) >. Acesso em: 02 jan. 2015.

SOSNICKI, A. A. et al. Best-cost production of high quality pork: bridging the gap between pig genetics, muscle biology/meat Science and consumer trends. 2003.

STEENKAMP, J. E. M.; VAN TRIJP, H. C. M. Quality guidance: a consumer-based approach to food quality improvement using partial least squares. **European Review of Agricultural Economics**. Berlin, v. 2, n. 2, p. 195 – 215, 1996.

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Unicamp, Campinas, 2011. Disponível em: < [www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisa\\_da](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisa_da) > Acesso em: 1 de nov. 2014.

THOMS, E. et al. Perfil de consumo e percepção da qualidade da carne suína por estudantes de nível médio da cidade de Irati, PR. **Revista Acadêmica: Ciência Agrária e Ambiental**. Curitiba, v. 8, n. 4, p. 449 – 459, 2010.

TOLEDO, J. C. Gestão da qualidade na agroindústria. In: Batalha, M. O. **Gestão agroindustrial**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, v. 1, cap. 8, p. 465 – 517, 2001.

TOMOVIC, V. M. et al. Technological quality and composition of the M. semimembranosus and M. longissimus dorsi from Large White and Landrace Pigs. **Agricultural and Food Science**. v. 23, n. 1, 2014.

TONINI, M. G. O. Carne é o último produto a ser cortado em tempos de crise. **Revista Nacional da Carne**. Ano 33, n. 389, p. 12, 2009.

TORRES, E. A. F. S. et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 20 n. 2, 2000.

TRAMONTINI, P. Consumo da carne suína a experiência brasileira. In: Seminário Internacional de Suinocultura. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000, p. 6 – 11.

USDA – United States Department of Agricultura. **Annual Sectors Report**. 2001. Disponível em < <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=8964> >. Acesso em: 1 de nov. 2014.

USDA – United States Department of Agricultura. **Annual Sectors Report**. 2013. Disponível em < <http://www.usdabrazil.org.br/home/reports.asp>. >. Acesso em: 02 jan. 2015.

VALOUS, N. A. et al. Colour calibration of a laboratory computer vision system for quality evaluation of pre-sliced hams. **Meat science**, v. 81, n. 1, p. 132 – 141, 2009.

ZAMBERLAN, L. A Influência do Atributo de Segurança na Segmentação dos Consumidores de Carne Suína da Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul. Santa Rosa - RS. 2002. 148 f. **Dissertação** (Mestrado em Gestão Empresarial) - Fundação Getúlio Vargas, 2002. Disponível em: < <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3709/Luciano-Zamberlan.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em 20 de out. 2014.

ZENI, J. S. L. Salames: qualidade no processo de fabricação garante excelência no produto final. **A cor da carne. Revista Nacional da Carne: bovinos, aves e suínos** São Paulo, SP: Dipermar, v. 31, n. 362, p. 92 – 95, 2007.

ZEOLA, N. M. B. L. Influência da alimentação nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros Morada Nova. 2002. 65 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia – Área de Concentração em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus Jaboticabal, Jaboticabal, 2002.

WEGNER, J. et al. Growth and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science**. v. 78, p. 148 – 149, 2000.

WOOD, J. D. et al. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating deposition and eating quality in pigs. **Meat Science**. v. 67, p. 651 – 667, 2004.

### **3 JUSTIFICATIVA**

Pelo alto consumo de carne suína ao redor do mundo, pela elucidação do real potencial nutritivo, bem como pela vasta possibilidade de cortes cárneos suínos diferenciados, faz-se necessário um estudo quanto a classificação e caracterização físico-química dos músculos.

Através do conhecimento destes fatores, os profissionais ligados ao setor alimentício terão uma referência sobre o potencial da carne suína, influenciando diretamente no foco da cadeia produtiva da carne, ou seja, o consumidor final, podendo assim explorar o máximo potencial econômico que a carne suína tem a oferecer.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar os músculos *longissimus thoracis*, *biceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos provindos da cruzada PIC X Danbred comercial, da composição físico-química, com ênfase na qualidade da carne proveniente destes músculos.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as características qualitativas da carne: pH, cor, marmoreio, perda de água por pressão, perda de líquido no descongelamento, perda de líquido na cocção dos músculos estudados;

Aferir o diâmetro de fibra dos músculos;

Avaliar o grau de maciez dos músculos conforme a força de cisalhamento e o índice de fragmentação miofibrilar;

Avaliar a composição química da carne dos músculos estudados, de forma a diferenciar os mesmos em questão de umidade, matéria mineral, lipídeos e proteínas;

Quantificar o colágeno existente nos músculos;

## **5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO**

**Caracterização físico-química de músculos do lombo e do pernil de suínos.<sup>1</sup>**

**Artigo científico escrito sob normas para publicação na Revista Brasileira de Zootecnia (ANEXO 1).**

1           **RESUMO:** A suinocultura é uma das atividades mais expressivas do mundo, e  
2 sua importância no cenário nacional se dá principalmente por produtos industrializados  
3 e embutidos, sendo necessário um estímulo ao consumo da carne suína *in natura*. Foram  
4 avaliados os músculos *bíceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e  
5 *semitendinosus* de 19 suínos provenientes da cruzada PIC X Danbred em pH, cor,  
6 marmoreio, perda de água por pressão, descongelamento e cocção, maciez, composição  
7 química, diâmetro de fibra e colágeno. A perda de líquido no descongelamento foi  
8 maior para o *semimembranosus* e *longissimus thoracis* em relação ao *semitendinosus*,  
9 não diferindo do *bíceps femoralis*. A perda de líquido na cocção foi maior para o  
10 *semimembranosus*. O músculo *longissimus thoracis* apresentou maior luminosidade em  
11 relação ao *semimembranosus* e o *bíceps femoralis*, não diferindo do *semitendinosus*. O  
12 chroma foi maior para o *semitendinosus* e *bíceps femoralis* comparado ao *longissimus*  
13 *thoracis* e o *semimembranosus*. A tonalidade foi maior no *longissimus thoracis* em  
14 relação ao *semitendinosus* e o *bíceps femoralis*, não diferindo do *semimembranosus*. O  
15 *longissimus thoracis* apresentou maior teor de matéria seca e proteína em relação aos  
16 demais músculos. O extrato etéreo do *semitendinosus* foi maior que os demais  
17 músculos. A força de cisalhamento foi maior no *bíceps femoralis* e no *semitendinosus*.  
18 O *semimembranosus* apresentou o maior de índice de fragmentação miofibrilar. O  
19 diâmetro de fibra do *longissimus thoracis* foi maior que do *semimembranosus* e  
20 *semitendinosus*, porém, não diferenciou do *bíceps femoralis*. O *bíceps femoralis*  
21 apresentou mais colágeno que os demais músculos. Dessa forma, conclui-se que os  
22 músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* são mais macios, sendo que o  
23 último também apresentou mais baixo teor de gordura enquanto o *longissimus thoracis*  
24 apresenta maior teor proteico e cor mais clara, características essas bastante apreciadas  
25 pelo mercado consumidor.

26

27 **Palavras-chave:** *bíceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus*,  
28 *semitendinosus*.

29

30           **ABSTRACT:** The swine is of the most significant activities in the world, and its  
31 importance in the national market is mainly for industrial products, requiring a stimulus  
32 to consumption of fresh pork therefore evaluated the *biceps femoralis*, *longissimus*  
33 *thoracis*, *semimembranosus* and *semitendinosus* of 19 pigs from the crosses PIC X  
34 Danbred in pH, color, marbling, loss of water pressure, thawing and cooking,  
35 tenderness, chemical composition, fiber diameter and collagen. The fluid loss after  
36 thawing was high to *semimembranosus* and *longissimus thoracis* regarding the  
37 *semitendinosus*, not differing from the *biceps femoralis*. The loss of fluid in the cooking  
38 was higher for the *semimembranosus*. The *longissimus thoracis* muscle showed higher  
39 luminosity against the *semimembranosus* and the *biceps femoralis*, not differing  
40 from the *semitendinosus*. The chroma was higher for the *semitendinosus* and *biceps*  
41 *femoralis* compared to *longissimus thoracis* and *semimembranosus*. The tone was  
42 higher in the *longissimus thoracis* regarding the *semitendinosus* and the *biceps*  
43 *femoralis*, not differing from the *semimembranosus*. The *longissimus thoracis* had higher dry  
44 matter content and protein compared to other muscles. The ether extract of the  
45 *semitendinosus* was higher than other muscles, the *longissimus thoracis* showed higher  
46 than the *biceps femoralis* and this in turn was higher than the *semimembranosus*. The  
47 shear force was higher in *biceps femoralis* and *semitendinosus* compared to *thoracis*  
48 *longissimus* and *semimembranosus*. The *semimembranosus* showed higher myofibrillar  
49 fragmentation index than the *biceps femoralis* and this was greater than the *longissimus*  
50 *thoracis* and *semitendinosus*. The fiber diameter of the *longissimus thoracis* was greater  
51 than the *semimembranosus* and *semitendinosus*, although not differentiating the *biceps*  
52 *femoralis*. The *biceps femoralis* showed more collagen than other muscles. Thus, it is  
53 concluded that the *longissimus thoracis* muscle and *semimembranosus* are softer, with  
54 the latter also having lower fat while the *longissimus thoracis* has a higher protein content  
55 and lighter color, features such as widely appreciated by the consumers.

56

57

58 **Key words:** *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus*, *semitendinosus*.

59

## Introdução

60

61 A suinocultura é uma das atividades de maior expressão mundial, tendo alta  
62 relevância também no cenário nacional, onde o Brasil possui o quarto maior rebanho de  
63 suínos do mundo (ABIPECS, 2013a).

64 Os consumidores são, por sua vez, cada vez mais criteriosos quanto a qualidade  
65 da carne, sendo observada uma procura maior por carnes mais magras e com origem de  
66 procedência conhecida.

67 Ainda que a procura pela carne de suíno *in natura* venha crescendo, a preferência  
68 dos consumidores se concentra principalmente nos produtos industrializados  
69 (ABIPECS, 2012), em parte devido ao preconceito quanto a carne suína *in natura*, por  
70 vezes relacionada a um produto com muita gordura e pouco seguro ao consumo. Assim,  
71 percebe-se a necessidade de esclarecimento dos seus potenciais nutritivos.

72 Para Tramontini (2000), cerca de 70% do consumo de carne suína se dá em forma  
73 de produtos industrializados, que geralmente são produtos com um maior valor  
74 agregado, onerando o aumento no consumo da carne suína, ou seja, o poder aquisitivo  
75 interfere no aumento do consumo da carne suína também por conta da preferência de  
76 consumo por produtos industrializados comumente mais caros que a carne *in natura*,  
77 sendo então um importante fator de incentivo no consumo da carne *in natura*.

78 Moeller et al. (2010), constatou que os consumidores relacionam a qualidade da  
79 carne principalmente com a palatabilidade, aroma, suculência e maciez.

80 A carne suína é composta por aproximadamente 75,39% de água, 18,91% de  
81 proteína, 3,27% de gordura, 0,91% de minerais no pernil (HAUTRIVE et al., 2012), e  
82 73,77% de água, 23,57% de proteína, 1,87% de gordura e 0,96% de minerais para o  
83 lombo (PERES et al., 2014), representando então um alimento rico em proteína e com  
84 baixo nível energético, sendo que a gordura é a principal variável, podendo oscilar em

85 suínos de 8 a 55%, em função de fatores como a alimentação, idade, sexo, raça, e  
86 manejo.

87 Outro fator de grande interferência na composição da carne é a localização  
88 anatômica dos músculos, relacionado principalmente à função que exercem no  
89 organismo (PARDI et al., 2006).

90 Objetivou-se com este trabalho, caracterizar os músculos *bíceps femoralis*,  
91 *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos provenientes da  
92 cruzamento PIC X Danbred, avaliando as características qualitativas da carne: cor, pH,  
93 marmoreio, perda de água por pressão, descongelamento e cocção, maciez e índice de  
94 fragmentação miofibrilar, bem como a composição química, o diâmetro de fibras e a  
95 quantidade de colágeno presente nos músculos, comparando os valores encontrados em  
96 cada músculo.

97

98

## Material e Métodos

99 O trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais  
100 da Universidade Estadual de Londrina, sob processo nº 15234.2013.87 (ANEXO B).

101 Foram utilizados 19 suínos provenientes da cruzada PIC X Danbred, que receberam  
102 rações isonutrientes e isoenergéticas, conforme demonstrado na Tabela 1, formulada de  
103 forma a atender os requerimentos nutricionais específicos da idade, de acordo com  
104 Rostagno et al. (2011) e água à vontade, durante 28 dias. As condições de manejo,  
105 arração e instalações foram as mesmas para todos os animais.

106 O delineamento experimental foi completamente casualizado, sendo avaliado 4  
107 músculos (tratamentos) *bíceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e  
108 *semitendinosus*, com 19 repetições cada (animais).

109 Os suínos foram abatidos com peso médio de  $110.58 \pm 4.91$  kg, em um frigorífico  
110 comercial na região de Londrina – PR, sendo o abate realizado de acordo com a  
111 legislação vigente, seguindo as normas de Abate Humanitário (BRASIL, 2000).

112 Foram coletadas amostras de aproximadamente 15 cm do comprimento do  
113 músculo *longissimus thoracis* dos animais, retirado no sentido caudal-cranial, a partir da  
114 altura da última costela, na região de interseção da última vértebra torácica com a  
115 primeira vértebra lombar. Também foi coletado o pernil (corte comercial) das meia  
116 carcaças esquerdas de cada animal. Os cortes foram devidamente identificados e  
117 levados para o Laboratório de Nutrição Animal (LANA – UEL) para a separação dos  
118 músculos do pernil *bíceps femoralis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* e realização  
119 das demais análises.

120

121 **Tabela 1:** Composição percentual nutricional e energética das rações fornecidas aos  
 122 suínos nas fases de Terminação 1 (primeiros 14 dias do período experimental) e  
 123 Terminação 2 (do 14º ao 28º dia do período experimental).

Ingredientes (%)	Terminação 1	Terminação 2
Milho Grão	74.96	78.94
Farelo de Soja	20.30	16.51
Óleo de Soja	1.85	1.79
Fosfato Bicálcico	0.87	0.90
Calcário	0.82	0.82
Sal Comum	0.38	0.38
Premix	0.30	0.30
L-Lisina HCL	0.32	0.24
DL-Metionina	0.13	0.05
L-Treonina	0.04	0.06
L-Triptofano	0.03	0.007
Total (%)	100	100
Valores calculados		
Proteína Bruta (%)	15.53	14.00
Gordura (%)	4.77	0.00
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.31	3.31
Fibra Bruta (%)	2.54	0.00
Lisina Total (%)	0.95	0.00
Lisina Digestível (%)	0.90	0.75
Metionina + Cisteína Digestível (%)	0.61	0.00
Cálcio (%)	0.60	0.60
Treonina Digestível (%)	0.55	0.52
Fósforo Total (%)	0.46	0.00
Metionina Digestível (%)	0.35	0.25
Metionina Total (%)	0.37	0.00
Fósforo Disponível (%)	0.25	0.25
Sódio (%)	0.18	0.18

124 Níveis mínimos garantidos com inclusão de 3kg/tonelada de Premix Tectron vit A  
 125 720.000 UI/kg; vit D3 144.000 UI/kg; vit E 2.400 UI/kg; vit K3 216 mg/kg; vit B1 96  
 126 mg/kg; vit B2 456 mg/kg; vit B6 96mg/kg; vit B12 1680mcg/kg; niacina 2.400 mg/kg;  
 127 ác. pantotênico 1.560 mg/kg; ác. fólico 60 mg/kg; manganês 5.400mg/kg; zinco  
 128 13,50g/kg; ferro 10,50g/kg; cobre 2.100mg/kg; iodo 150 mg/kg; selênio 72 mg/kg;  
 129 bacitracina Zn 3350mg/kg.  
 130

131 Após desossa, os músculos foram livres de aparas de gordura adjacentes e  
 132 submetidos à análise de pH em suas porções caudais por meio de potenciômetro portátil  
 133 com eletrodo de inserção do tipo Hanna modelo HI 99163, posteriormente seccionados

134 ao longo de seus comprimentos, iniciando na porção caudal da seguinte maneira: 2 cm  
135 para análise da composição química, 1 cm para as análises de cor, marmoreio e perda de  
136 água por pressão, 3 cm para análise de maciez, 1 cm para análise de diâmetro de fibra, 2  
137 cm para análise de colágeno e 1 cm para análise de índice de fragmentação miofibrilar.

138 Todas as sub-amostras de todos os músculos foram devidamente identificadas. As  
139 amostras referentes às análises de cor, marmoreio, perda de água por pressão foram  
140 separadas e as referentes análises realizadas no mesmo dia, sendo que as demais sub-  
141 amostras foram devidamente congeladas para posteriores análises.

142 As amostras utilizadas para análise de cor foram submetidas a exposição ao  
143 oxigênio por 30 minutos, para a estabilização da cor por meio da formação da  
144 oximioglobina. A cor foi mensurada em 3 pontos distintos de cada amostra através de  
145 um colorímetro portátil da marca Konica Minolta (Modelo CR10), obtendo os valores  
146 de L\* (luminosidade) a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente azul-amarelo)  
147 e calculado o croma e a tonalidade de acordo com os padrões do sistema CIELAB  
148 (MINOLTA, 1998).

149 A análise de marmoreio foi realizada por meio da comparação com um padrão  
150 fotográfico (AMSA, 2001), onde foram atribuídas notas de 1 a 5 para as amostras, onde  
151 1 = leves traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante. Por ser uma análise  
152 subjetiva, todas as amostras foram analisadas pelo mesmo observador.

153 A porcentagem de perda de água por pressão foi obtida através da técnica descrita  
154 por Barbut (1996), que consiste na pesagem de dois gramas de amostra numa balança  
155 semi-analítica e a prensagem dessa amostra em meio a papel filtro e placas de acrílico  
156 submetidas a um peso de dez quilos por cinco minutos. Após os cinco minutos as  
157 amostras foram novamente pesadas, e com a obtenção da diferença do peso da amostra,  
158 calculou-se a porcentagem de perda de água.

159 As amostras destinadas a análise de maciez, foram pesadas ainda congeladas e  
160 colocadas em geladeira *overnight* a  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  para descongelar e então novamente pesadas,  
161 obtendo assim os valores de perda de líquido no descongelamento. As amostras foram  
162 então assadas em forno elétrico previamente aquecido a  $180^{\circ}\text{C}$  até atingirem  $72^{\circ}\text{C}$  de  
163 temperatura interna, representando em média meia hora em forno a  $180^{\circ}\text{C}$ , as amostras  
164 foram viradas na metade do tempo para assarem por igual, e a temperatura interna  
165 aferida por meio de termômetro do tipo espeto. Após a cocção as amostras foram  
166 acondicionadas novamente em geladeira *overnight* a  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  e então pesadas, obtendo os  
167 valores de perda de líquido na cocção.

168 Essas mesmas amostras foram utilizadas para análise de maciez, assim divididas  
169 em subamostras por meio de um amostrador cilíndrico. Foram obtidas seis subamostras  
170 de cada amostra, no sentido da fibra muscular, com tamanho de  $1,30 \times 3,0$  cm que  
171 foram submetidas ao cisalhamento perpendicularmente à orientação das fibras  
172 musculares pela lâmina Warner-Bratzler adaptada ao texturômetro Stable Mycro  
173 System TA-TXT2i a uma velocidade de  $5\text{mm/s}$  no pré e pós teste e de  $2\text{mm/s}$  no teste  
174 (WHIPPLE et al., 1990).

175 O índice de fragmentação miofibrilar foi realizado pela metodologia descrita por  
176 Ramos & Gomide (2007), o qual consiste na homogeneização e centrifugação da carne  
177 descongelada triturada com solução tampão. O resíduo é então filtrado e diluído até  
178 atingir certa concentração de proteínas (no caso cerca de  $0,5\text{mg/mL}$ ), que foi agitada em  
179 vórtex e lida em espectrofotômetro a  $540\text{nm}$ . O índice foi então obtido pela equação  
180  $\text{IFM} = 200 \times \text{absorbância}$ , onde altos valores de índice (próximos a 100) indicam grande  
181 ruptura das miofibrilas, representando uma carne mais macia e baixos valores de índice  
182 (30) representam uma carne mais dura.

183 O diâmetro das fibras musculares dos músculos estudados foi realizado após a  
184 dissecação dos músculos, a separação da porção medial no sentido transversal da fibra  
185 de em média 1 cm cúbico fixadas em formol e utilizadas para confecção das lâminas,  
186 coradas segundo técnica Hematoxilina-Eosina.

187 A leitura das lâminas foi realizada por meio do programa Motic Plus Imagens 2.0,  
188 instalado em notebook interligado ao microscópio ótico regulado com objetiva x10 e  
189 acoplado a uma câmera fotográfica utilizada para salvar as imagens. Foram fotografados  
190 10 campos de cada lâmina e destes, mensurados 15 diâmetros distintos das fibras  
191 musculares, evitando qualquer fibra que apresentasse rupturas ou dificuldades na  
192 determinação de seus limites.

193 Para a análise de colágeno, utilizou-se a técnica da quantificação pela  
194 hidroxiprolina, descrita por Ramos & Gomide (2007), foi utilizada carne descongelada,  
195 adicionada à ácido sulfúrico e mantida em estufa de circulação forçada a 105°C por 16  
196 horas em um erlenmeyer tampado com vidro relógio. O hidrolisado foi então diluído e  
197 filtrado de forma a conter de 1 a 5 µg/ml de hidroxiprolina na solução. Foi então  
198 pipetado 2ml dessa solução final em tudo de ensaio e adicionado solução oxidante  
199 (baseada em cloramina T e tampão citrato), e solução de Ehrlich (baseada em p-DABA  
200 e ácido perclórico). Os tubos foram então submetidos a banho maria, resfriados e as  
201 absorvâncias lidas em espectrofotômetro a 558nm e foi utilizado o fator de conversão de  
202 hidroxiprolina em colágeno de 7,5 conforme sugerido por Cross et al. (1973).

203 A determinação de umidade foi realizada conforme a metodologia descrita pelo  
204 Instituto Adolfo Lutz (1985).

205 Os teores de proteína, extrato etéreo e matéria mineral foram determinados  
206 segundo metodologia descrita pela AOAC (1984).

207 Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo  
208 teste de Tukey. As variáveis estudadas foram submetidas ao teste de correlação de  
209 Pearson. As análises estatísticas foram realizadas com o software estatístico SAEG  
210 (UFV, 2007).  
211

212

**Resultados e Discussão**

213 A Tabela 2 apresenta os valores médios, máximos e mínimos do peso vivo final,  
214 peso de carcaça quente, rendimento de carcaça e espessura de gordura.

215

216 **Tabela 2:** Valores médios, máximos e mínimos do peso vivo final, peso de carcaça  
217 quente, rendimento de carcaça e espessura de gordura de suínos cruzado PIC X  
218 Danbred.

	PVF (Kg)	PCQ (Kg)	RC (%)	EG (mm)
Médio	110.58 $\pm$ 4.91	86.67 $\pm$ 4.72	78.37 $\pm$ 1.90	13.35 $\pm$ 3.99
Máximo	120.90	94.90	82.20	19.50
Mínimo	101.50	79.10	73.30	6.70
CV (%)	5.43	5.45	2.42	29.87

219 CV = Coeficiente de variação. PVF = Peso vivo final. PCQ = Peso de carcaça quente. RC = Rendimento  
220 de carcaça. EG = Espessura de gordura.  
221

222 Os resultados de pH final, perda de água por pressão, perda de líquido no  
223 descongelamento, perda de líquido por cocção e marmoreio de diferentes músculos de  
224 suínos estão representados na Tabela 3. Não foi observada diferença significativa entre  
225 o pH, perda de água por pressão e marmoreio dos músculos analisados.

226 O processo de transformação do músculo em carne está diretamente ligado com os  
227 valores finais e a velocidade de queda do pH da carne no período *post mortem*.  
228 Conforme Lawrie (2005), com o abate do animal e o fim do aporte de oxigênio via  
229 corrente sanguínea para realização da síntese energética e manutenção dos movimentos  
230 de contração muscular é acionada a via glicolítica, que fornece energia na forma de  
231 glicose, formando como substrato o ácido lático. Na ausência da corrente sanguínea o  
232 ácido lático não pode ser levado ao fígado para ser metabolizado e se acumula nos  
233 tecidos. Então pode se dizer que a quantidade de glicogênio muscular no momento do  
234 abate e a velocidade do metabolismo *pós mortem* resultam na queda do pH do tecido

235 muscular, que passa de 7 para 5,5 a 5,8 em média, deixando a carne com a maciez, cor e  
236 palatabilidade específicas.

237

238 **Tabela 3:** Valores médios e desvio padrão de pH final, perda de água por pressão,  
239 perda de líquido por descongelamento, perda de líquido na cocção e marmoreio dos  
240 músculos *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus*  
241 de suínos.

Músculo	pH final	PAP (%)	PLD (%)	PLC (%)	Marmoreio
BF	5.56±0.11	34.25±3.41	15.78±4.03ab	19.51±9.04b	1.74±0.81
LT	5.54±0.14	33.56±3.73	17.53±5.09a	18.34±6.36b	2.00±0.88
SM	5.60±0.19	32.86±2.79	19.01±7.39a	26.92±10.11a	2.31±0.82
ST	5.54±0.11	31.87±4.81	13.13±4.27b	16.89±3.94b	2.26±0.93
P Valor	NS	NS	0.008	0.000	NS
CV (%)	2.656	11.354	32.813	37.951	41.45

242 CV = coeficiente de variação. NS = Não significativo ( $P \geq 0.05$ ). Letras diferentes na  
243 mesma coluna representam valores significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). PAP =  
244 perda de água por pressão. PLD = perda de líquido no descongelamento. PLC = perda  
245 de líquido na cocção. Marmoreio = escala de 1 a 5. BF = *biceps femoralis*. LT =  
246 *longissimus thoracis*. SM = *semimembranosus*. ST = *semitendinosus*.  
247

248 Silveira (2000) afirma que o pH pode ser considerado um dos principais aspectos  
249 em se tratando de qualidade da carne, pois exerce influência direta na capacidade de  
250 retenção de água, cor e maciez.

251 Os valores finais de pH encontrados estão dentro da normalidade para carne de  
252 suínos 24 horas depois do abate, não sendo detectado nenhuma anomalia entre as  
253 amostras estudadas. De acordo com os dados encontrados na literatura, não era esperado  
254 diferença significativa nos valores de pH para os diferentes músculos estudados, como  
255 observado também para outras espécies como os resultados obtidos por Mesquita et al.  
256 (2014), avaliando o pH dos músculos *biceps femoralis*, *longissimus thoracis*,  
257 *semimembranosus*, *semitendinosus* e *quadriceps femoralis* na espécie de bovina 24hs  
258 após o abate. Zapata et al. (2005), avaliando a influência do tipo de músculo e da  
259 maturação nas propriedades funcionais e na maciez da carne caprina não relatou

260 diferença significativa no pH 24hs após abate para o *biceps femoralis* e o  
261 *semimembranosus*. Santos (2005), trabalhando com os músculos do pernil suíno da raça  
262 JSR a fim de determinar as características físico-químicas de presuntos provenientes  
263 desses músculos, também não encontrou diferença significativa para o pH final,  
264 enfatizando que elevados valores de pH contribuem para proliferação de  
265 microorganismos.

266 O fato de não ter sido observada diferença significativa nas medidas de pH dos  
267 músculos avaliados pode explicar o fato de não haver diferença significativa também  
268 para o parâmetro de perda de água por pressão (PAP), uma vez que o pH é um dos  
269 fatores que influencia mais diretamente a medida de capacidade de retenção de água.  
270 Quando o pH se encontra próximo de seu ponto isoelétrico, ou seja, com o balanço das  
271 cargas negativas e positivas, ocorre uma neutralização das cargas das proteínas,  
272 impedindo-as de se ligarem com a água. Isso faz com que a carne perca parte da  
273 capacidade de retenção de água, o que também se dá por conta da desnaturação proteica  
274 ocorrida quando o pH da carne cai mais rápido que o normal, quando a temperatura da  
275 carcaça ainda é próxima a temperatura ambiente (ARAUJO, 2012).

276 A perda de líquido por descongelamento (PLD) foi significativamente maior para  
277 os músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus* em relação ao *semitendinosus*,  
278 sendo que não diferiram do *biceps femoralis*. Observou-se uma correlação negativa  
279 moderada entre a porcentagem de PLD com os parâmetros a intensidade de vermelho-  
280 verde ( $a^*$ ), ( $r=-0,1816$   $p=0,056$ ) e intensidade do componente amarelo-azul ( $b^*$ ) ( $r=-$   
281  $0,1901$   $p=0,0479$ ).

282 A correlação negativa entre os parâmetros de avaliação de cor ( $a^*$  e  $b^*$ ) e as  
283 perdas de água durante os processos de descongelamento e cocção eram esperadas pois  
284 os principais pigmentos responsáveis pela cor da carne são proteínas que possuem

285 cadeias de aminoácidos hidrofílicos em sua parte exterior, sendo portanto proteínas  
286 solúveis em água e que podem ser perdidas pela exsudação da carne. De acordo com  
287 Shenouda (1981), no descongelamento a carne perde água, pois pode ocorrer certa  
288 desnaturação proteica, ruptura de membranas e desordenamento de algumas estruturas  
289 celulares por conta das baixas temperaturas de congelamento. Em decorrência da perda  
290 de água para a formação dos cristais de gelo ocorre a formação de compostos de  
291 miosina e actina e a desestruturação das proteínas sarcoplasmáticas, causando então a  
292 perda de exsudato pela falha na reabsorção de água no descongelamento.

293 Já em relação às perdas de líquido na cocção, o músculo *semimembranosus*  
294 apresentou perda de água significativamente maior que os demais músculos avaliados.

295 De acordo com Calvo & Panea (2012), uma reduzida perda de água durante a  
296 cocção pode ser relacionada com a porcentagem de gordura de marmoreio. Esses  
297 autores afirmam que uma maior quantidade deste tipo de gordura torna mais fácil a  
298 separação das fibras musculares, proporciona uma maior suculência à carne e uma  
299 maior percepção de maciez. Foi observada uma correlação positiva entre a PLC e o IFM  
300 ( $r=0,3511$   $p=0,0006$ ), o que indica uma maior perda de líquidos durante o processo de  
301 cocção maior o índice de fragmentação miofibrilar da amostra e conseqüentemente mais  
302 dura a carne avaliada.

303 Isso explicaria o fato de os músculos *semitendinosus*, *longissimus thoracis* e  
304 *biceps femoralis* apresentarem perdas de água significativamente menores que o  
305 *semimembranosus* no presente estudo. Entretanto o presente trabalho não observou  
306 diferença significativa para os resultados de marmoreio, conforme apresentado na  
307 Tabela 3.

308 A PLC apresentou uma correlação moderada negativa com as medidas de a  
309 intensidade de vermelho-verde ( $a^*$ ) ( $r=-0,2899$   $p=0,0046$ ), intensidade do componente

310 amarelo-azul ( $b^*$ ) ( $r=-0,2720$   $p=0,0075$ ), do mesmo modo que a PLD. Acredita-se  
 311 também que este resultado se deva a dissolução dos pigmentos proteicos na água que é  
 312 perdida pela amostra durante este processo.

313 Os resultados para os parâmetros de cor são apresentados na Tabela 4. A  
 314 luminosidade (que representa o grau de claridade) do *longissimus thoracis* se mostrou  
 315 significativamente maior que os demais músculos analisados, não diferindo do  
 316 *semitendinosus*. Os resultados dos músculos *semimembranosus* e *semitendinosus* não  
 317 diferiram significativamente entre si, mas foram significativamente maiores do que o  
 318 resultado apresentado pelo *biceps femoralis*.

319  
 320 **Tabela 4:** Médias observadas e desvio padrão da luminosidade, intensidade de  
 321 vermelho-verde, intensidade de amarelo-azul, croma e tonalidade dos músculos *biceps*  
 322 *femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos.

Músculo	L*	a*	b*	c*	h°
BF	46.16±3.09c	10.71±2.21a	10.92±1.29b	15.37±2.05 <sup>a</sup>	0.80±0.10c
LT	55.40±3.31a	5.97±1.75c	11.56±1.50ab	13.06±2.04b	1.10±0.01a
SM	51.20±3.32b	6,49±1.73c	11.08±1.34b	12.91±1.71b	1.10±0.10ab
ST	53.70±4.27ab	8.20±2.25b	12.35±1.70a	14.91±1.36 <sup>a</sup>	0.99±0.11b
P Valor	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
CV (%)	6.87	25.55	12.82	14.60	10.14

323 CV = coeficiente de variação. Letras diferentes na mesma coluna representam valores  
 324 significativamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ). L\* = luminosidade. a\* = intensidade vermelho-  
 325 verde. b\* = intensidade amarelo-azul. c\* = croma. t° = tonalidade. BF = *biceps*  
 326 *femoralis*. LT = *longissimus thoracis*. SM = *semimembranosus*. ST = *semitendinosus*.  
 327

328 Os valores observados como padrão para luminosidade da carne suína se situam  
 329 entre 45 e 53 segundo Ramos & Gomide (2007), e entre 49 e 60, para a *American Meat*  
 330 *Science Association* (AMSA, 2001). Portanto, as amostras avaliadas no presente estudo  
 331 se encontram-se dentro dos parâmetros considerados normais para a espécie. A  
 332 luminosidade apresentou correlação negativa com a intensidade de vermelho-verde  
 333 ( $r=-0,4129$ ;  $p=0,000$ ), e com o pH ( $r=-0,2339$ ;  $p=0,0193$ ), indicando que quanto maior a

334 luminosidade, menor a intensidade de vermelho-verde e menor o pH da amostra. Ainda  
335 em relação às análises de correlação, os valores de luminosidade apresentaram uma  
336 correlação positiva com a intensidade do componente amarelo-azul ( $r=0,6695$ ;  
337  $p=0,001$ ), o que indica que quanto maior o valor de luminosidade maior o valor de  
338 componente vermelho-verde.

339 A intensidade de vermelho-verde foi significativamente maior no músculo *biceps*  
340 *femoralis* em relação aos demais, sendo que os músculos *longissimus thoracis* e  
341 *semimembranosus* não diferiram estatisticamente entre si. A medida de componente  
342 amarelo-azul está correlacionada com a quantidade de pigmento presente na amostra  
343 avaliada. No caso da carne, os dois pigmentos presentes em maior quantidade são a  
344 hemoglobina e a mioglobina, duas proteínas com estruturas terciárias semelhantes e  
345 tamanhos diferentes. Fatores como a espécie de origem e o estado químico destes  
346 pigmentos podem também influenciar a medida de componente verde-vermelho. Por  
347 este motivo, os resultados observados na análise de correlação, indicando que a medida  
348 de componente verde-vermelho teve uma correlação negativa com as perdas de água  
349 PLC ( $r=-0,2899$ ;  $p=0,0046$ ) e perda de líquido no descongelamento ( $r=-0,1816$ ;  
350  $p=0,056$ ) e uma correlação positiva com a intensidade do componente amarelo-azul  
351 ( $r=0,3003$ ;  $p=0,0034$ ) e com a perda de água por pressão ( $r=0,1796$ ;  $p=0,0581$ ), estão  
352 dentro dos valores esperados.

353 Em relação a intensidade do componente amarelo-azul, o músculo *longissimus*  
354 *thoracis* apresenta valores significativamente maiores do que o *biceps femoralis* e  
355 *semimembranosus*, não diferindo estatisticamente do *semitendinosus*. Os resultados das  
356 análises de correlação para o componente amarelo-azul foram de uma correlação  
357 negativa para o pH ( $r=-0,1928$ ;  $p=0,0455$ ) e para as perdas de líquido, perda de líquido

358 no descongelamento ( $r=-0,1910$ ;  $p=0,0479$ ) e perda de líquido no descongelamento ( $r=-$   
359  $0,2720$ ;  $p=0,0095$ ) estando contudo dentro do esperado.

360 A diferença encontrada na coloração dos músculos pode ser relacionada com a  
361 composição e o tipo de fibras que apresentam. É sabido que músculos que apresentam  
362 maior quantidade de fibras oxidativas (que possuem elevado teor de mioglobina) terão  
363 maior expressividade do componente vermelho-verde, e essa configuração oxidativa das  
364 fibras é característica de músculos que necessitam de energia constante, ou seja,  
365 músculos que exercem longos períodos de atividade. Isso explicaria os maiores valores  
366 do componente vermelho-verde para os músculos do pernil (*biceps femoralis*,  
367 *semimembranosus* e *semitendinosus*) em relação ao *longissimus thoracis* (COSTA et al.,  
368 2008).

369 Os resultados da análise da composição química dos músculos estudados são  
370 apresentados na Tabela 5. A porcentagem de matéria seca do *longissimus thoracis* foi  
371 significativamente maior do que os demais músculos, que não diferiram  
372 significativamente entre si. Para Roppa (2004), os valores referência segundo USDA  
373 (2013) a análise química geral do pernil suíno é de em média 60% de umidade, 9% de  
374 extrato etéreo, 29% de proteína e 0,5% de matéria mineral.

375 A porcentagem de matéria seca do *longissimus thoracis* foi significativamente  
376 maior do que os demais músculos, que não diferiram significativamente entre si. Os  
377 valores referência, segundo USDA (2013), para análise química geral, o pernil suíno  
378 possui em média 60% de umidade, 9% de extrato etéreo, 29% de proteína e 0,5% de  
379 matéria mineral.

380

381

382 **Tabela 5:** Valores médios encontrados da composição da matéria seca e seus  
 383 componentes: proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral dos músculos *biceps*  
 384 *femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos cruzados  
 385 PIC X Danbred.

Músculo	MS (%)	PB (%)	EE (%)	MM(%)
BF	23.19±1.97 b	19.29±1.38 b	2.50±0.23 c	1.15±0.10
LT	25.70±0.92 a	21.67±1.01 a	3.06±0.54 b	1.09±0.27
SM	22.80±2.45 b	18.97±4.20 b	2.06±0.14 d	1.07±0.13
ST	21.68±2.26 b	16.75±2.59 c	4.87±0.77 a	1.06±0.16
P Valor	0.00	0.00	0.00	NS
CV (%)	31.60	7.37	16.46	11.35

386 CV = coeficiente de variação. Letras diferentes na mesma coluna representam valores  
 387 significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). NS = não significativo ( $P \geq 0.05$ ). MS =  
 388 matéria seca. PB = proteína bruta. EE = extrato etéreo. MM = matéria mineral. BF =  
 389 *biceps femoralis*. LT = *longissimus thoracis*. SM = *semimembranosus*. ST =  
 390 *semitendinosus*  
 391

392 Comparando os resultados obtidos com os encontrados por Wesierska (2014),  
 393 trabalhando com os músculos *psaos maior*, *psaos menor*, *semimembranosus* e  
 394 *semitendinosus* em suínos, como cortes primários inteiros observou diferenças  
 395 significativas em todos os parâmetros da composição geral dos músculos  
 396 *semitendinosus* e *semimembranosus*, discordando parcialmente do presente trabalho,  
 397 onde para os músculos *semitendinosus* e *semimembranosus* a matéria seca e a matéria  
 398 mineral não apresentaram diferença significativa.

399 Para o teor de proteína bruta, o *longissimus thoracis* apresenta valores  
 400 significativamente maiores do que os músculos do pernil, contudo entre esses músculos  
 401 o *biceps femoralis* e o *semimembranosus* não diferem entre si e são significativamente  
 402 maiores do que o *semitendinosus*. Do ponto de vista nutricional a proteína presente na  
 403 carne é considerada de alto valor biológico, o que significa que tem uma boa  
 404 composição de aminoácidos (incluindo os aminoácidos essenciais) é de fácil absorção e  
 405 digestibilidade próxima a 95%. Acredita-se que o maior teor de proteína bruta

406 encontrado para o *longissimus thoracis* pode estar relacionado com o maior nível de  
407 matéria seca observado para este músculo.

408 Os valores de extrato etéreo se mostraram significativamente diferentes entre os  
409 músculos, sendo maior valor foi para o *semitendinosus*, seguido de *longissimus*  
410 *thoracis*, *biceps femoralis* e *semimembranosus*, respectivamente. Para a medida de  
411 matéria mineral não foi observada diferença significativa entre os músculos estudados.

412 Teores de extrato etéreo mais elevados tendem a serem provenientes de carnes  
413 mais macias, uma vez que a gordura possui certa propriedade palatilizante,  
414 lubrificando a mastigação e dando a impressão de que a carne é mais macia, requerendo  
415 menos vigor de perfuração dos dentes no momento da mastigação (LIN et al., 1995).

416 Os resultados referentes às análises de maciez da carne (força de cisalhamento,  
417 índice de fragmentação miofibrilar, diâmetro de fibra e colágeno) são apresentados na  
418 Tabela 6.

419 Na avaliação do diâmetro de fibra muscular (Tabela 6) o *longissimus thoracis*  
420 apresentou células significativamente maiores que os músculos *semimembranosus* e  
421 *semitendinosus*, o que poderia explicar o fato deste músculo ter um maior teor de MS  
422 em relação aos demais pois uma fibra muscular de diâmetro maior comporta maior  
423 quantidade de tecido proteico que fibras musculares menores. Lin et al. (1995),  
424 avaliando a composição química e as propriedades de textura dos músculos do pernil,  
425 também não observaram diferenças significativas na porcentagem de MS entre os  
426 músculos do pernil (*bíceps femoralis*, *semembranosus* e *semitendinosus*) de suínos.  
427 Entretanto, estes autores relataram diferença significativa na porcentagem de extrato  
428 etéreo dos músculos semelhante àquela encontrada no presente trabalho, onde o  
429 *semitendinosus* apresentou uma porcentagem significativamente maior de gordura que  
430 os demais músculos incluídos no estudo.

431 A força de cisalhamento do *biceps femoralis* e do *semitendinosus* não diferem  
 432 entre si, mas são significativamente maiores do que o valor encontrado para os  
 433 músculos *longissimus thoracis* e *semimembranosus*.

434

435 **Tabela 6:** Valores médios encontrados para os parâmetros de força de cisalhamento,  
 436 índice de fragmentação miofibrilar, diâmetro de fibra e colágeno dos músculos *biceps*  
 437 *femoralis*, *longissimus thoracis*, *semimembranosus* e *semitendinosus* de suínos cruzado  
 438 PIC X Danbred.

Músculo	FC (kgf)	IFM	Ø (µm)	Col (%)
BF	4.57±0.61 a	86.56±9.18 b	41.96±3.20 ab	1.79±0.28 a
LT	3.70±0.49 b	71.73±6.17 c	44.19±2.52 a	0.94±0.91 c
SM	3.28±0.59 b	97.21±6.71 a	40.91±2.58 b	1.20±0.41 bc
ST	4.22±0.83 a	69.88±10.20 c	33.65±3.43 c	1.28±0.64 b
P Valor	0.000	0.000	0.000	0.000
CV (%)	16.46	10.13	7.37	31.60

439 CV = coeficiente de variação. Letras diferentes na mesma coluna representam valores  
 440 significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). NS = não significativo ( $P \geq 0.05$ ). FC = força  
 441 de cisalhamento. IFM = índice de fragmentação miofibrilar. Ø = diâmetro de fibra. Col  
 442 = colágeno. BF = *biceps femoralis*. LT = *longissimus thoracis*. SM =  
 443 *semimembranosus*. ST = *semitendinosus*.

444

445 Foi observada uma correlação negativa moderada entre força de cisalhamento e o  
 446 pH ( $r=-0,1813$ ;  $p=0,0564$ ) e as perda de líquido no descongelamento ( $r=-0,235$ ;  
 447  $p=0,0185$ ), evidenciando a importância da resolução do rigor mortis no período pós  
 448 abate com a maciez da carne produzida, uma vez que o pH influencia a capacidade de  
 449 retenção da água e a maciez. Não foi encontrada correlação significativa entre a força de  
 450 cisalhamento e o diâmetro de fibra. De acordo com Gomide et al. (2013), existe uma  
 451 boa correlação da capacidade de retenção de água com a maciez da carne pois quanto  
 452 maior sua capacidade de retenção de água, maior será sua firmeza e mais uniforme é sua  
 453 textura devido à maior turgescência da fibra. A carne que tiver maior capacidade de  
 454 retenção de água vai se apresentar suculenta, o que contribui positivamente para

455 percepção de maciez. Assim, maiores perdas de água tornam a carne menos macia por  
456 haver uma redução da água intracelular e conseqüentemente a resistência das fibras às  
457 forças aplicadas.

458 Para Ramos & Gomide (2007), a força de cisalhamento média de referência para  
459 carne suína é de 3,2 kg. Os dados mostram-se parcialmente diferentes dos encontrados  
460 pelo presente trabalho, uma vez que as fibras dos músculos *bíceps femoralis*,  
461 *longissimus thoracis* e *semitendinosus* necessitaram de uma força mais elevada para  
462 serem cisalhadas. Já Lin et al. (1995) observaram uma força de cisalhamento de 3kg  
463 para os músculos *semimembranosus*, *semitendinosus* e de 5kg para o *bíceps femoralis*,  
464 indicando que destes músculos, o que apresenta maior dureza é o *bíceps femoralis*.

465 Foi observada ainda correlação entre força de cisalhamento e marmoreio ( $r=-$   
466  $0,3355$ ;  $p=0,0011$ ) e IFM ( $r=-0,1810$ ;  $p=0,0567$ ). A correlação negativa com o  
467 marmoreio pode ser explicada pois este é considerado o principal parâmetro dentre as  
468 características sensoriais da carne, uma vez que a presença de gordura entre as fibras  
469 musculares contribui para a suculência, a palatabilidade, a maciez e conseqüentemente  
470 uma menor medida de força de cisalhamento. Para os valores de índice de fragmentação  
471 miofibrilar, números mais elevados (próximos de 100) indicam maior ruptura das  
472 miofibrilas, referindo a uma carne mais macia. Assim o resultado de correlação negativa  
473 observado entre índice de fragmentação miofibrilar e força de cisalhamento está dentro  
474 do esperado para essas duas medidas de maciez.

475 De acordo com a Tabela 6, levando em consideração as diferenças significativas  
476 observadas, o músculo mais macio é o *semimembranosus*, seguido do *longissimus*  
477 *thoracis*, *semitendinosus* e *bíceps femoralis* consecutivamente. Dentre os fatores que  
478 determinam a maciez da carne estão principalmente a proporção de tecido conjuntivo, o  
479 teor de gordura intramuscular e a estrutura das miofibrilas.

480 Foi observada correlação positiva do índice de fragmentação miofibrilar com a  
481 porcentagem de colágeno ( $r=0,2702$ ;  $p=0,078$ ), indicando que quanto maior o nível de  
482 colágeno presente na amostra analisada maior será o índice. Contudo, isso contraria o  
483 afirmado por Avery et al. (1996) sobre o tecido conjuntivo em músculos suínos.  
484 Segundo esses autores o tecido conjuntivo não tem importância significativa para a  
485 maciez da carne destes animais uma vez que eles são abatidos com em torno de seis  
486 meses de idade e este tecido estaria imaturo demais para ter alguma influência nestes  
487 valores.

488 Segundo Taylor et al. (1995), o índice de fragmentação miofibrilar detecta o  
489 comprimento das miofibrilas, relacionando seu tamanho disponível à fragmentação com  
490 o grau de maciez da carne, onde miofibrilas mais curtas indicam teores mais altos de  
491 índice.

492 A quantidade de colágeno do *biceps femoralis* foi significativamente maior que  
493 nos demais, sendo que o *semimembranosus* e o *semitendinosus* não diferiram  
494 significativamente um do outro e o *longissimus thoracis* apresentou a menor quantidade  
495 de colágeno, porém não diferiu do *semimembranosus*. Não foi encontrada correlação  
496 significativa entre o colágeno e a força de cisalhamento.

497 Segundo Gomide et al. (2013), a interferência exercida pelo colágeno sob a  
498 maciez está relacionada principalmente com a maturidade e estabilidade das ligações  
499 (pontes) entre as fibras do colágeno, e não somente pela quantidade de colágeno  
500 presente na carne. Essas ligações entre as moléculas de colágeno determinam a  
501 solubilidade e a resistência do colágeno, ou seja, uma maior quantidade de ligações  
502 cruzadas leva a uma maior resistência da fibra de colágeno, portanto maior dureza na  
503 carne.