

LAÍS BURITI DE BARROS

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA NA DIETA SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE FÊMEAS SUÍNAS ABATIDAS
EM DIFERENTES PESOS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos, para obtenção do título
de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

LAÍS BURITI DE BARROS

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE LISINA NA DIETA SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE DE FÊMEAS SUÍNAS ABATIDAS
EM DIFERENTES PESOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA EM: 20 de setembro de 2001.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Marco Túlio Coelho Silva
(Conselheiro)

Prof. Paulo Sávio Lopes

Prof^a Regina Célia Santos Mendonça

Prof. Lúcio Alberto de Miranda Gomide
(Orientador)

A DEUS E AOS MEUS AMIGOS ESPIRITUAIS.

Ao meu avô (*in memoriam*).

Aos meus pais.

Aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA), pela oportunidade de realização do Programa, e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela cessão de seus laboratórios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo auxílio financeiro para a condução deste trabalho.

À AGROCERES, pelo fornecimento dos animais para realização do projeto elaborado e executado pelo Departamento de Zootecnia da UFV.

Ao meu orientador, professor Lúcio Alberto de Miranda Gomide, por ter me assistido com sabedoria e paciência durante o Programa.

Aos professor Juarez Lopes Donzele, pela colaboração e pelas sugestões oportunas.

Ao professor Marco Túlio Coelho Silva, pelas valiosas sugestões e informações técnicas imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao professor Paulo Sávio Lopes, pela assistência e pelas sugestões para a condução das análises estatísticas dos resultados deste trabalho.

À professora Regina Célia Mendonça, pelas correções sugeridas.

Ao professor Paulo César Stringheta, pela franquia de seu laboratório para o desenvolvimento de experimentos.

Ao professor José Domingos Guimarães, do Departamento de Veterinária (DVT), pela cessão de material para a realização da coleta de amostras.

Ao professor Robledo de Almeida Torres, do Departamento de Zootecnia, pela colaboração na análise estatística dos resultados.

Ao meu parceiro de experimento João Luís Kill, pela imensurável ajuda, paciência e atenção proporcionadas durante todo o trabalho de coleta de amostras.

Aos meus professores, que, em suas disciplinas, dividiram seu conhecimento e experiência, tornando-me mais capaz em minha profissão.

A todos os funcionários do DTA, em especial a D. Lígia, Valério, José Tomaz e Geralda, pelo positivismo, pela atenção e pelo bom humor.

Aos funcionários do abatedouro da UFV e do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, pela cooperação na realização da coleta de amostras e das análises laboratoriais.

Aos meus professores e aos meus colegas de trabalho do Departamento de Nutrição Fundamental da Universidade do Rio de Janeiro Maria Lúcia de Araújo Gomes, Wilma Turano, Silvia Regina Nóvoa Louzada, Simone Van Boeckel, Lucília Afonso Caldas, Sandra Maria Pereira e Marcelo Castanheira Ferreira, pela amizade e compreensão, que possibilitaram a finalização deste trabalho.

Aos meus amigos Didier e Élcio (*in memoriam*), pelo apoio e incentivo.

Ao meu amigo Michael Wootton, pelo carinho de todas as horas.

Aos meus amigos Lorena, Eliane, Mônica, Juliana, Célia, Evelin e Fabiane, pela amizade incondicional.

Aos meus amigos e colegas, que me prestaram importante apoio em todos os momentos nesses últimos três anos: Carlos (Mônica), Luciano Manfro, Carlinha, Fabíola, Fabiene (DVT/DZO), Juliano (Julis), Renée, Dani, Rafael (Juliana), Genilson, Neuza (DNS), Carlos Cordeiro, Eugênia, Marcão, Álvaro, Salomão, Heleno, Cristiane, Cristina, Ivy, César, Eduardo, PC, Flavinha (I.C.), Alex (DQ), Luciana Leal, Joni, Solon, Emanuel, Karla, Silvia (TAL 601), Ana Paula (TAL 601), Branca, Lopes, Glauco, Isabel, Jarbinhas, Regina e Ederson.

Aos meus familiares e aos meus amigos do Rio Flávia, Luciana, Beatriz, Leo, Morgado, Raquel, Joana, Paulinho, Clara, Laura, Lurdinha, Serginho (UFF), Elba, Alex, Taís, Carlinhos, Mônica e Mirian Stanescon, pelo carinho e pela amizade.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se realizasse.

BIOGRAFIA

LAÍS BURITI DE BARROS, filha de Abel de Barros e Leny Buriti de Barros, nasceu na Cidade do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, em 26 de junho de 1971.

Em 1995, concluiu o curso de Nutrição pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e, em 1997, obteve o título de especialista em Ciência de Alimentos pela Universidade do Rio de Janeiro.

Em agosto de 1997, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em setembro de 2001.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. Qualidade da carne suína.....	3
2.1.1. Cor.....	6
2.1.2. pH e valor R.....	8
2.1.3. Maciez.....	10
2.1.4. Capacidade de retenção de água	11
2.1.5. Tipo de gordura	12
2.2. Efeito do peso ao abate sobre o rendimento e qualidade da carne suína.....	13
2.3. Aspectos da nutrição animal relacionados àcomposição.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1. Animais.....	17
3.2. Abate.....	19

	Página
3.3. Insensibilização.....	19
3.4. Sangria.....	19
3.5. Determinações efetuadas durante o abate.....	19
3.6. Determinações pós-abate.....	20
3.6.1. pH.....	20
3.6.2. Valor R.....	20
3.6.3. Cor e pigmentos.....	21
3.6.4. Maciez objetiva (força de cisalhamento).....	21
3.6.5. Proteína.....	22
3.6.6. Umidade.....	23
3.6.7. Lipídeo.....	23
3.6.7.1. Extração de lipídios.....	23
3.6.7.2. Preparação das amostras para cromatografia gasosa.....	24
3.6.7.3. Determinação da composição em ácidos graxos por cromatografia gasosa.....	25
3.7. Delineamento estatístico.....	26
3.8. Análise de freqüência de ocorrência das diversas características de qualidade de carne.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Qualidade da carne.....	27
4.2. Composição centesimal da carne e composição de ácidos graxos de seus lipídeos.....	36
4.2.1. Composição centesimal e maciez.....	37
4.2.2. Composição em ácidos graxos da gordura.....	39
4.2.2.1 Gordura intramuscular	40
4.2.2.2. Gordura subcutânea.....	45
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÊNDICE.....	60

LISTA DE QUADROS

	Página
1. Esquema demonstrativo da montagem do experimento com diferentes níveis de lisina fornecidos aos animais a partir dos 115 dias e até os 95, 105 e 115 kg de peso ao abate	18

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Condições e limites para detecção de músculo suíno PSE e DFD ..	9
2. Valores médios de pH ₁ , pH ₂₄ , valor R, valor L*, a* e b* e porcentagem de mioglobina do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina, abatidos em diferentes pesos	28
3. Frequência das incidências das diversas condições de qualidade de carne, em função das diversas metodologias propostas para sua identificação	34
4. Valores percentuais de proteína, umidade, lipídio e maciez do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos fêmeas, de acordo com o nível de lisina da dieta e o peso ao abate	37
5. Valores médios das relações entre os teores de ácidos graxos saturados e insaturados e oléicos/linoléicos nos depósitos de gordura intramuscular e de cobertura do músculo <i>Longissimus dorsi</i> , nos diferentes pesos e níveis de lisina	39
6. Comparação, entre animais abatidos com diferentes pesos, dos valores médios da relação oléico/linoléico e do teor de ácido linoléico (C18:2) na gordura intramuscular	40
7. Comparação, entre animais abatidos com diferentes pesos, dos valores médios da relação saturado/insaturado, da relação oléico/linoléico e do teor de ácido linoléico (C18:2) na gordura subcutânea	45

1A. Resumo da análise de variância e respectivos coeficientes de variação dos índices de qualidade (pH ₁ , pH ₂₄ , valor R, indicador de cor L*, a* e b*, força de cisalhamento e percentual de mioglobina, proteína, umidade e lipídio) da carne de fêmeas suínas submetidas a dietas com diferentes níveis de lisina e abatidas em diferentes pesos vivos	61
2A. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação dos teores de lipídio e de ácido linoléico (C18:2) e das relações entre ácidos graxos saturados e insaturados e entre os ácidos oléico e linoléico no músculo <i>Longissimus dorsi</i> em função do nível de lisina (NL) administrada na dieta, do peso ao abate (P) e da interação entre eles (NL x P)	62
3A. Resumo da análise de variância e coeficientes de variação dos teores de lipídio e de ácido linoléico (C18:2) e das relações entre ácidos graxos saturados e insaturados e entre os ácidos oléico e linoléico no toucinho em função do nível de lisina (NL) administrada na dieta, do peso ao abate (P) e da interação entre eles (NL x P)	62
4A. Valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de carne de suínos aos 95 kg	63
5A. Valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de carne de suínos aos 105 kg	64
6A. Valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de carne de suínos aos 115 kg	65
7A. Valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de toucinho de suínos aos 95 kg	66
8A. valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de toucinho de suínos aos 105 kg	67
9A. Valores médios do perfil de ácidos graxos (%) nas amostras de toucinho de suínos aos 115 kg	68

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Concentração do pigmento mioglobina em diferentes níveis de lisina por tratamento	29
2. Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal e PSE com base no pH ₁ , conforme proposto por CANDEK-POTOKAR et al. (1998)	30
3. Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal e PSE com base no pH ₁ , conforme proposto por CANDEK-POTOKAR et al. (1998)	31
4. Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH ₁ e valor R, conforme proposto por HONIKEL e FISCHER (1977)	31
5. Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH ₁ e valor R, conforme proposto por HONIKEL e FISCHER (1977)	32
6. Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH ₂₄ , conforme proposto por van der WAL et al. (1998)	32
7. Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH ₂₄ , conforme proposto por van der WAL et al. (1998)	33

8. Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e RSE, com base nos valores de L^* e pH_{24}	33
9. Frequência, em função dos níveis de lisina administradas na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e RSE, com base nos valores de valor L^* e pH_{24}	34
10. Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg	42
11. Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg	42
12. Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg	43
13. Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg	43
14. Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg	44
15. Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg	44
16. Variação da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg	47
17. Variação da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg	48
18. Variação da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg	48
19. Variação da relação oléico/linoléico da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg	49

20. Variação da relação oléico/linoléico da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg	49
21. Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg	50
22. Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg	50
23. Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg	51
1A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 95 kg	69
2A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 105 kg	70
3A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 115 kg	71
4A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura subcutânea de suínos aos 95 kg ...	72
5A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura subcutânea de suínos aos 105 kg .	73
6A. Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de retenção de tempo da análise da gordura subcutânea de suínos aos 115 kg	74

RESUMO

BARROS, Laís Buriti, M.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2001. **Efeito de diferentes níveis de lisina sobre a qualidade da carne de fêmeas suínas abatidas em diferentes pesos.** Orientador: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Conselheiros: Marco Túlio Coelho Silva e Juarez Lopes Donzele.

Foram utilizadas 36 fêmeas suínas, híbridos comerciais (AGPIC 421 da Agrocere), com idade inicial de 115 dias, submetidas a quatro planos de nutrição (níveis de lisina/tratamentos = 0,80; 0,90; 1,00; e 1,10% na dieta) e abatidas aos 95, 105 e 115 kg, com o objetivo de avaliar, no músculo *Longissimus dorsi*, os efeitos desses fatores na composição e nas características de qualidade da carne. Constatou-se que, quanto aos indicadores pH₁, pH₂₄, valor R e índices de cor (L*, a* e b*), não houve efeito dos níveis de lisina na dieta e no peso ao abate ($P > 0,05$), embora tenham influenciado ($P < 0,05$) o teor de mioglobina do músculo, que aumentou com o peso dos animais e com o nível de lisina na dieta. Ao usar esses índices para avaliação da qualidade da carne (PSE, RSE, Normal e DFD), verificou-se incidência elevada (cerca de 40%) da condição PSE nos animais experimentais. Entretanto, ao serem utilizados os diferentes índices e suas associações, conforme preconizado na literatura, não foi possível estabelecer uma tendência na incidência da condição PSE, com base nos fatores

estudados. Ademais, as incidências das diversas condições de qualidade da carne divergiram entre os diversos métodos de classificação de qualidade preconizados na literatura, especialmente quando essa classificação se baseou exclusivamente no pH₂₄. A composição centesimal e a maciez da carne não sofreram efeito dos níveis de lisina na dieta e do peso ao abate ou da interação destes ($P > 0,05$). A relação entre os ácidos oléico (C18:1) e linoléico (C18:2) e a concentração de C18:2, tanto na gordura intramuscular quanto na subcutânea, foi afetada pelos fatores estudados e por suas interações. O mesmo ocorreu com a relação entre ácidos graxos saturados e insaturados na gordura subcutânea. Entretanto, esses parâmetros variaram segundo cada interação, não se encontrando uma tendência definida. Já a relação saturado/insaturado na gordura intramuscular não foi afetada por nenhum dos fatores ou pela interação destes.

ABSTRACT

BARROS, Laís Buriti, M.S., Universidade Federal de Viçosa, September 2001.
Effect of different dietary lysine levels on the meat quality of gilts slaughtered in different weight. Adviser: Lúcio Alberto de Miranda Gomide. Committee Members: Marco Túlio Coelho Silva e Juarez Lopes Donzele.

Thirty six commercial hybrid gilt (Agroceres AGPIC 421) with initial age of 115 days were submitted to four nutritional plans (diet lysine levels = 0,80; 0,90; 1,00 e 1,10%) and slaughtered at 95, 105 or 115 Kg in order to evaluate the effect of these factors on the composition and quality characteristics of the *Longissimus dorsi* muscle. Lysine levels and live weight did not influence ($P > 0,05$) the following quality indicators: pH₁, pH₂₄, R value, color indexes (L*, a* e b*) though having no effect ($P < 0,05$) over myoglobin concentration which increased with both slaughter weight and diet lysine levels. Using these indicators to evaluate the meat quality (PSE, RSE, Normal and DFD) a high incidence (around 40%) of the PSE condition was verified in the experimental animals. However, by using the different quality indicators and their association, it was not possible to establish a tendency in the PSE incidence as influenced by the factors studied. Moreover, the incidence of the various quality conditions differed when using different quality indicators, specially when pH₂₄ was used to

establish these quality conditions. Muscle composition and tenderness were not affected ($P > 0,05$) by lysine levels and slaughter weight or their interaction. Both intramuscular and subcutaneous Oleic/Linoleic ratio and linoleic level were influenced by the factors studied and their interactions. The same was true for the subcutaneous saturated/insaturated ratio (S/I). However, these parameters varied according to each interaction and a defined tendency could not be established. Muscle intramuscular S/I was not affected by any of the factors studied or their interaction.

1. INTRODUÇÃO

A introdução de suíno tipo carne, aliada à preocupação do consumidor com a ingestão de gordura animal e seus efeitos sobre a saúde, determinou alterações no peso de abate de animais, que atualmente oscila entre 90 e 100 kg. A contínua pesquisa e desenvolvimento da genética e a alimentação animal têm feito com que a indústria e os produtores se interessem pela produção de animais mais pesados (105 a 120 kg) ao abate, para maior rentabilidade e maior rendimento de carcaça e carne (FACCIN,1997).

Essa demanda por animais mais pesados requer avaliação das exigências nutricionais, em especial do teor de lisina na ração, e dos efeitos que esse conjunto de alterações possa apresentar sobre características de qualidade da carne desses animais (UNRUH et al.,1996).

Os animais de elevada capacidade para deposição de carne magra requerem, diariamente, quantidades elevadas de lisina para maximizar seu desempenho e a taxa de deposição de proteína na carcaça (CROMWELL et al.,1993; FRIESEN et al.,1994).

Segundo MCGILL (1981), embora a indústria e os produtores de suínos se preocupem com o rendimento, do ponto de vista dos consumidores, fatores como peso, cor, razão gordura/músculo e osso/músculo, maciez e custo recebem atenção na escolha do produto, visando ao máximo consorciar o interesse com a saúde e a satisfação gastronômica.

Segundo MARTIN et al. (1980) e GARCÍA-MACÍAS (1996), animais mais pesados apresentam maior concentração muscular de pigmentos que animais mais leves. Tal fato pode levar a alterações na aceitabilidade de suas carnes e, até mesmo, no seu metabolismo bioquímico (propensão a condição PSE, tempo de instalação de *rigor mortis* etc.).

Entre os fatores que interferem na determinação da qualidade da carne suína, encontram-se os *ante mortem* e *post mortem*, como nutrição, peso ao abate, manejo pré-abate, tipo de abate e resfriamento da carcaça.

A presente pesquisa teve por objetivo esclarecer os efeitos do tipo de nutrição (níveis de lisina) e o peso ao abate de suínos fêmeas sobre as características de qualidade da sua carne.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Qualidade da carne suína

Os parâmetros de qualidade de carne são definidos segundo duas óticas principais: a do consumidor, mais preocupado com as características sensoriais, especialmente cor, sabor, textura e maciez; e a da indústria, mais preocupada com as características de rendimento e conservação. Assim, diversos parâmetros/índices têm sido propostos para identificação da qualidade da carne suína, destacando-se os indicadores de cor (L, a e b), a variação *post mortem* do pH muscular, a determinação da força de cisalhamento, a capacidade de retenção de água e o grau de marmorização, dentre outros.

As características de qualidade, percebidas por qualquer dos segmentos, são afetadas por transformações musculares que ocorrem na conversão do músculo em carne.

As transformações bioquímicas que têm lugar durante a conversão do músculo em carne dependem de fatores *ante mortem* e *post mortem*, que repercutem fortemente na qualidade do produto final.

Dentre os fatores *ante mortem* que afetam a qualidade da carne, estão o estresse, a hereditariedade, a idade, o sexo e a dieta (WOOD et al., 1994).

No animal vivo, a célula contém substratos altamente energéticos, como trifosfato de adenosina (ATP), difosfato de adenosina (ADP), hexose-fosfato e glicogênio. O ATP é um composto que tem elevado grau de produção de energia nas células, necessário em grande variedade de reações metabólicas. Apesar de as células usarem ATP como sua fonte primária de energia para direcionar suas reações bioquímicas, outro composto de alta energia, creatina fosfato, está presente em concentrações significativas e serve para manter o metabolismo da célula, poupando o ATP até a sua degradação (STRYER, 1988). A sua atividade na via glicolítica é essencial para manutenção da célula muscular, que no período *post mortem* mantém os seus níveis de ATP no limiar (STRYER et al., 1988).

Após a morte do animal, a circulação sangüínea cessa, e esgotam-se o oxigênio e a energia disponível para a célula, enquanto, no entanto, é interrompida a remoção dos metabólitos decorrentes da oxidação dos substratos energéticos. Durante a primeira hora *post mortem*, o músculo normal tenta manter uma relação equilibrada de substratos, controlando a atividade de várias enzimas da via glicolítica e tendo, então, lugar a produção de ATP a partir da fermentação da glicose (condição anaeróbica), que tem o lactato como produto final (NELSON e COX, 2000). O nível de ATP permanece constante ou diminui lentamente, levando à formação de lactato e prótons como uma via alternativa para o fornecimento de energia (STRYER et al., 1988).

Quando o aporte de oxigênio à célula é cortado, a produção de ATP através da fosforilação oxidativa na matriz mitocondrial cessa, com formação de lactato e esgotamento dos níveis de ATP, o que leva ao estabelecimento do *rigor mortis*.

A concentração de ácido láctico é aumentada após um tempo *post mortem*, com conseqüente declínio do pH do músculo de aproximadamente 7,1 a 7,3 para 5,5 a 5,7 (LAWRIE, 1967).

O pH do músculo está indiretamente relacionado à ocorrência do *rigor mortis*, e o seu declínio *post mortem* é o resultado do acúmulo de ácido láctico. Assim, a medida do pH tem sido um indicador seguro e sensível do índice e da extensão da glicólise *post mortem* (LAWRIE, 1967;

GREASER, 1986). Segundo JUDGE et al. (1989), durante a conversão do músculo em carne, a extensão e a taxa de declínio do pH influenciam a determinação final de cor, maciez, suculência e sabor da carne, além de terem influência sobre aspectos econômicos e tecnológicos ao influenciar a capacidade de retenção de água (CRA, que influencia a perda de água durante o resfriamento de carcaças e o descongelamento de carnes e a perda de peso durante o cozimento de produtos processados), a capacidade emulsificante (CE) e as propriedades ligantes da carne.

Segundo autores citados por HONIKEL e FISCHER (1977), um fato importante que ocorre na célula muscular é a desfosforilação da adenosina trifosfato (ATP), da adenosina difosfato (ADP) e da adenosina monofosfato (AMP), que sofre desaminação à inosina monofosfato (IMP). A IMP é enzimaticamente transformada em hipoxantina. Segundo esses autores, tais alterações nos níveis de nucleotídeos é um dos indicadores do estabelecimento do *rigor mortis*.

Os principais extremos de qualidade reconhecidos na carne suína são as anomalias, conhecidas como PSE e DFD, causadas por uma inadequada manipulação das condições de seleção, manejo e abate dos animais, o que os induz ao estresse. Essas anomalias, além de estarem associadas à cor da carne, também afetam os níveis de gotejamento nas embalagens o rendimento de cocção e de processamento e a suculência da carne consumida (COLE et al., 1994; FERNANDEZ et al., 1994).

De acordo com BRAMELD et al. (1998), a condição PSE é consequência de um estresse de curta duração sofrido, no período *ante mortem*, pelo animal suscetível ao estresse. Já a condição DFD é consequência, no período *ante mortem*, de estresse de longa duração aplicado a um animal resistente a ele.

A condição/carne PSE é caracterizada pela baixa capacidade de retenção de água, cor pálida e textura flácida, que a torna indesejável para consumo (KAUFFMAN et al., 1978). A condição PSE resulta de uma rápida glicólise *post mortem*, que reduz o pH enquanto a temperatura do músculo ainda está alta (HONIKEL e FISCHER, 1977). Segundo Bendall et al. (1963), citados por GREASER (1986), o índice de declínio do pH é aproximadamente duas vezes mais rápido em músculo PSE que em músculos

NORMAIS ($1,04 \text{ unidade.h}^{-1}$ versus $0,65 \text{ unidade.h}^{-1}$, a 37°C). Em certos casos, o pH final no músculo pode ser alcançado em 15 minutos *post mortem*.

Segundo HONIKEL e FISCHER (1977), músculos PSE, diferentemente de músculos NORMAIS, além de apresentarem declínio acentuado de pH, apresentam também, após 45 minutos e 1 hora *post mortem*, níveis baixos de ATP e glicogênio e níveis elevados de IMP e lactato. Entretanto, após 24 horas *post mortem*, essas diferenças metabólicas entre as duas condições de qualidade já não são tão evidentes.

Já a condição/carne DFD é caracterizada pela alta capacidade de retenção de água, cor escura e textura firme, o que também a torna indesejável para o consumidor, além de torná-la mais suscetível à deterioração microbiana. Entretanto, devido a uma menor desnaturação protéica, oriunda de um pH mais elevado (próximo ao fisiológico), do ponto de vista de rendimento e processamento (CRA e CE), é uma carne mais vantajosa (JUDGE et al., 1989; KAUFFMAN et al., 1978). A condição DFD resulta de uma quase ausência de glicólise *post mortem*, em função do esgotamento das reservas musculares de glicose, o que não propicia a redução do pH (JUDGE et al., 1989; KAUFFMAN et al., 1978), que se mantém elevado mesmo após 24 horas *post mortem*. Segundo HONIKEL e FISCHER (1977), a condição DFD também se caracteriza por um rápido declínio dos níveis musculares de ATP, diferenciando-se da condição PSE pela ausência de uma variação/queda do pH muscular *post mortem*.

Segundo JOO et al. (1995) e van LAACK et al. (1994), além das condições NORMAL, PSE e DFD, outras duas condições podem ocorrer em carnes: RSE (cor vermelho-brilhante, exsudativa e flácida) e PFN (cor pálida, firme, não-exsudativa), e apenas o pH_{45} não é suficiente para prever a instalação da condição PSE. Assim, supõe-se que a classificação das diversas condições de qualidade de carne seja baseada no pH final (após 24 horas do abate), na perda de peso por gotejamento e na luminosidade/reflectância da carne.

2.1.1. Cor

A cor é um critério utilizado para estabelecer limites, que podem servir de parâmetro para avaliar a qualidade da carne suína, e tem grande influência na aceitação e escolha feita pelo consumidor (CROSS et al., 1986; LAWRIE, 1967).

De acordo van LAACK et al. (1994), a cor da carne é resultado da absorbância e reflexão de luz, sendo a absorbância, principalmente, determinada pela concentração de mioglobina, o que indica influência da concentração do pigmento mioglobina.

Segundo CROSS et al. (1986), a cor da carne é definida, dentre outros fatores, pela proporção de deoximioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (marrom-cinza).

As diferenças quanto à intensidade de cor da carne são conseqüências de fatores como: espécie, sexo e idade do animal, atividade física, declínio do pH *post mortem* e pH final do músculo (LAWRIE, 1967).

A concentração de mioglobina nos músculos de suínos aumenta continuamente durante a fase de crescimento do tecido muscular (LAWRIE, 1967). A elevada concentração de mioglobina está associada, na sua maioria, aos músculos de fibras predominantemente vermelhas (fibras aeróbicas), enquanto os músculos de fibras predominantemente brancas possuem alta proporção de fibras anaeróbicas com menor concentração de mioglobina (BECHTEL, 1986).

A cor é uma característica tridimensional de aparência, consistindo de três atributos, freqüentemente chamados de luminosidade, tonalidade e saturação. Pode ser distinguida uma da outra através da determinação desses atributos de visão, desenvolvidos com as escalas HUNTERLAB (L, a e b) e CIELAB (L*, a* e b*), usadas para comunicar e diferenciar a cor (Litsikas, 1996, e Hunter Associates Laboratory, 1991, citados por FONTES, 1999). A tonalidade e a saturação são determinadas a partir dos índices de vermelho (a/a*) e de amarelo (b/b*) fornecidos pelo espectrofotômetro de cor, que também fornece o valor da luminosidade (L/L*).

A escala Hunter L, a e b permite a comparação entre espécies ou entre um padrão e uma amostra, podendo facilmente ser expressa em termos de diferença de cores ΔL , Δa e Δb . Usando essa informação, podem-se interpretar o tamanho da diferença (números pequenos ou grandes) e a direção da diferença de cor (+ou -) (Hunter Associates Laboratory, 1991, e Francis e Clydesdale, 1975, citados por FONTES, 1999). A diferença total de cor (ΔE) para qualquer iluminante ou observador é dada como $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0.5}$.

Segundo SILVEIRA (1997), as escalas de cor HUNTERLAB, CIELAB e CIELCh, em combinação com a queda do pH e o valor R (relação entre a concentração de IMP e ATP), têm sido utilizadas por pesquisadores para caracterização de qualidade de carnes de suínos e peito de frango, quanto às anomalias PSE e DFD.

De acordo com CHIZZOLINI et al. (1993), a mensuração de cor 24 h *post mortem* é definida como bom potencial para classificar a qualidade da carne baseada na intensidade de cor (valor de a^*) e estimar a sua exsudação (valor de L^*).

A aparência escura observada em carnes com pH final elevado ($>6,0$) se deve à elevada taxa de respiração mitocondrial, que reduz a profundidade de penetração do oxigênio e, portanto, a proporção de oximioglobina visível. O alto pH que ocorre pelo esgotamento do glicogênio muscular antes da morte do animal também aumenta a capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares, pois elas estão mais distantes de seu ponto isoelétrico (GREASER, 1986). Às carnes com essas características dá-se a denominação DFD, que pode ser prevenida eficientemente pelo manejo pré-abate adequado (Fischer, 1987, citado por SILVEIRA, 1997).

2.1.2. pH e valor R

Medidas do pH do músculo têm sido feitas com sondas de eletrodos ou pela homogeneização em iodoacetato para impedir a glicólise (Bate-Smith e Bendall, 1949, citados por GREASER, 1986). As medidas de pH no período pós-abate são simples e podem ser efetuadas na linha de processamento. A separação de carcaças que apresentam baixo pH pós-abate pode reduzir a incidência de variabilidade em maciez. Carnes de carcaça que apresentam alto pH pós-abate são, geralmente, tenras e requerem curto período de maturação para atingir a máxima maciez. Carnes de carcaças que apresentam baixo pH (5,8-6,2) são menos tenras e, geralmente, requerem longo período de maturação para atingir sua maciez final (DAVEY, 1983).

A determinação do valor R é um método espectrofotométrico rápido para a estimativa do grau de transformação de ATP (adenosina trifosfato) em IMP (monofosfato de inosina) e serve como indicador da decomposição de ATP em músculo *post mortem* (HONIKEL e FISCHER, 1977). O valor R é calculado pela razão das absorbâncias das medidas de ATP e IMP.

HONIKEL e FISCHER (1977) concluíram que, junto com pH₁ (medido uma hora *post mortem*), o valor de R permite diferenciação de mais de 97% das amostras de músculos de suínos em normal, PSE e DFD. Os resultados de testes em 253 músculos de suínos indicam que, uma hora depois do abate, músculos PSE e DFD contêm baixos níveis de ATP e altos níveis de IMP, enquanto nos músculos normais são observadas concentrações altas de ATP e baixos teores de IMP.

Na Tabela 1, mostram-se os indicativos de qualidade da carne de suínos, conforme proposição de HONIKEL e FISCHER (1977).

Tabela 1 – Condições e limites para detecção de músculo suíno PSE e DFD

Qualidade da carne	Condições de qualidade da carne			Limites propostos	
	pH ₁	PH ₂₄	ATP µMol/g	PH ₁	R
Normal	>5,9	<5,7	>1,5		≤1,05
PSE	<5,9	<5,7	<1,0	<5,9 e	>1,05
DFD	>5,95	>5,85	<1,5	>5,95 e	>1,05

Fonte: adaptado de HONIKEL e FISCHER (1977).

SILVEIRA (1997), analisando a insensibilização elétrica, aplicada manual (sem auxílio de limitador e posicionamento de eletrodos na base das orelhas) e automaticamente (utilização de limitador e posicionamento cranial, em relação às orelhas, de eletrodos), verificou que a insensibilização automática gerava carnes (*Longissimus dorsi*) com valores de R inferiores ($p < 0,05$) e de pH₁ superiores àqueles de animais

insensibilizados manualmente, indicando uma possível tendência da insensibilização manual em acelerar a velocidade das reações glicolíticas *post mortem*.

Segundo BENDALL e SWATLAND (1988), uma condição que leve ao estresse pode ocasionar carne com características PSE, devido ao gene halotano presente em alguns animais suscetíveis ao estresse. Em animais homozigotos positivos para o gene halotano (nn), a suscetibilidade ao estresse é elevada, enquanto em animais heterozigotos (Nn) a suscetibilidade ao estresse é mais branda. Porém, mesmo em animais livres dessa condição (NN), usualmente conhecida como *Porcine Stress Syndrome* (PSS), pode vir a ocorrer o desenvolvimento de características PSE, desde que as condições de manuseio pré-abate sejam inadequadas.

2.1.3. Maciez

A maciez de carnes é um dos atributos mais importantes para determinar a aceitabilidade e a satisfação do consumidor, que consiste em apresentar textura macia com pouca ou nenhuma resistência (LAWRIE, 1967).

Essa textura ocorre em função do tamanho dos feixes de fibras musculares e do tecido conectivo (perimísio) que as envolve, além de fatores relacionados a idade, dieta, sexo e raça do animal (LAWRIE, 1967).

Os tratamentos recebidos pela carcaça pós-abate também demonstram ter influência na maciez da carne, como: tipo de insensibilização, maturação, suspensão da carcaça, taxa de resfriamento e pH (BOUTON et al., 1975; LAWRIE, 1967).

Embora não seja usual a ocorrência de endurecimento da carne suína devido ao fenômeno de encolhimento pelo frio, os dados de GARCÍA-MACÍAS et al. (1996) indicaram elevação ($p < 0,05$) na concentração de mioglobina em animais mais pesados, o que pode levar a uma ligeira alteração no metabolismo da fibra muscular e, portanto, na conversão do músculo em carne. Isso se explica pelo fato de que maior teor de mioglobina no músculo tende a prolongar o metabolismo aeróbico *post mortem*, com retardamento da instalação do *rigor mortis*. Assim, a prática de acelerar o resfriamento da carne suína como forma de diminuir a incidência de carne PSE (SEBRANEK e

JUDGE, 1990; CAMPABADAL e NAVARRO, 1997) pode vir a acarretar perda de maciez em animais mais velhos, principalmente em se obtendo animais mais pesados sem aumento nos níveis de gordura de cobertura. Essa possibilidade é aventada por BEERMANN (1989), citando trabalhos que indicam que cerca de 20% das carcaças de animais abatidos no peso atual (cerca de 100 kg), contendo menos de 1,2 cm de gordura de cobertura, exibiriam encolhimento pelo frio no lombo caso fossem resfriadas a 10 °C em três horas ou menos. Também, a AGROCERES (1996), que, em folheto de divulgação tecnológica, relatou que, embora o resfriamento deva ser efetuado rapidamente como forma de minimizar a desnaturação protéica e a incidência da condição PSE, esse resfriamento não deve permitir que se diminua a temperatura interna do músculo além de 10 °C antes que se instale o *rigor mortis*.

A gordura da carne, apesar da preocupação com seus efeitos sobre a saúde, é também responsável por certo nível de maciez e sabor, sendo um ponto que influencia a aceitação do consumidor (BEERMAN, 1989; SEBRANEK e JUDGE, 1990). Nesse sentido, DAVIS et al. (1995) relataram que a gordura intramuscular ou de marmoreio determina a palatabilidade da carne e a preferência do consumidor, e DEVOL et al. (1988) mencionaram um nível mínimo de 2,5 a 3,0% de gordura intramuscular como o ideal para ótima maciez da carne suína. Entretanto, segundo SEBRANEK e JUDGE (1990), um mínimo de 4% de gordura intramuscular é necessário para um alto nível de palatabilidade dos cortes de carne suína, contribuindo para suculência e sabor das carnes preparadas (cozidas).

2.1.4. Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a habilidade da carne em reter sua água durante a aplicação de alguma força externa (corte, aquecimento, moagem ou prensagem). É um parâmetro normalmente utilizado na qualificação de carnes, pois influi diretamente na sua maciez e suculência. É influenciada pelas condições iniciais da proteína, pH do meio, força iônica, espécie de íon, temperatura ou qualquer outro fator que afete o seu estado de maturação (BENDALL e WISMER-PEDERSEN, 1961).

Correlacionando a capacidade de retenção de água com o pH₄₅, van LAACK et al. (1994) observaram comportamento bifásico (elevação com

aumento do pH até cerca de 5,8, seguido de queda a partir de pH mais elevados) da perda por gotejamento em relação ao pH₄₅ (45 minutos *post mortem*). Seus dados indicam, ainda, que a capacidade de retenção de água não se correlaciona adequadamente com a perda de peso por gotejamento. De 265 amostras analisadas, apenas 2/3 foram classificadas nos três tradicionais grupos (normal, PSE e DFD). Dessas, 25 amostras apresentaram aceitável capacidade de retenção de água, porém com cor pálida (reflectância elevada), enquanto 34 amostras apresentaram cor normal (reflectância intermediária), mas com elevada perda de exsudato.

Offer e Knight (1989), citados por van LAACK et al. (1994), relataram que a capacidade de retenção de água da carne é determinada por vários fatores, como pH, desnaturação protéica, espaço intra e interfascicular e comprimento do sarcômero.

2.1.5. Tipo de gordura

Além do efeito da quantidade de gordura sobre as características de palatabilidade da carne, o tipo/composição dessa gordura também apresenta outras implicações, especialmente tecnológicas e de conservação.

Segundo DAVENEL et al. (1999), produtos cárneos formulados com “gordura mole” apresentam problemas de secagem insuficiente, aparência oleosa, ausência de coesividade entre a gordura e a carne durante o fatiamento e maior propensão ao desenvolvimento de rancidez. Segundo informações levantadas na literatura por esses autores, um tecido adiposo (toucinho) de boa qualidade deve conter menos de 15% de ácidos graxos poliinsaturados e mais de 12% de ácido esteárico, além de um índice de iodo inferior a 70 mgL/100 g de lipídios. Esses autores propuseram, para evitar os problemas causados por “toucinho mole”, que a indústria americana evite processar animais com cobertura de gordura superior a 15 mm e percentagem de tecido magro inferior a 56%.

Segundo GARCÍA-MACÍAS et al. (1996), altos níveis de ácido linoléico causam consideráveis problemas na qualidade da gordura da carcaça suína.

CAMERON e ENSER (1991) relataram que a qualidade das partes comestíveis da carne de suínos com altos níveis de ácidos graxos poliinsaturados (C_{18:2}) foi julgada

desfavorável, enquanto as concentrações mais altas de ácidos graxos saturado e monoinsaturado (C_{18:1}) melhoraram a qualidade.

2.2. Efeito do peso de abate sobre o rendimento e qualidade da carne suína

A definição do peso de abate ideal de suínos é questionada em vários estudos. O abate de animais mais pesados requer avaliação das exigências nutricionais, em especial do teor de lisina na ração e dos seus efeitos sobre as características de qualidade da carne para consumo direto e para industrialização (IRGANG e PROTAS, 1986; UNRUH et al., 1996).

Tradicionalmente, o peso de abate de suínos tem girado entre 90 e 100 kg, principalmente porque animais de peso vivo superiores a esses apresentam maior percentagem de gordura (BRAUDE e JILL TOWNSEND, 1963; BUCK, 1963; USBORNE et al., 1968).

GARCÍA-MACÍAS et al. (1996) relataram que suínos pesados rendem carcaças mais pesadas, sem efeito no rendimento de cortes ou na incidência de PSE. Uma melhoria marcante foi observada na carne e na qualidade da gordura, através do aumento significativo no teor de ácido oléico e decréscimo no de ácido linoléico de animais abatidos mais pesados.

MARTIN et al. (1980) investigaram os efeitos do aumento do peso de abate de suínos para 137 kg sobre a composição de carcaça e qualidade da carne de suínos, machos e fêmeas, selecionados para produzir carcaça magra e recebendo ração à vontade. Os resultados desse estudo indicaram aumento na área de olho de lombo e no comprimento de carcaça dos animais abatidos com esse peso. Em contrapartida, a percentagem de carne na carcaça diminuiu a partir dos 126 kg, enquanto o percentual de gordura aumentou linearmente.

De acordo com BEATTIE et al. (1999), através de estudo realizado com animais obtidos do cruzamento de $\frac{3}{4}$ Landrace e $\frac{1}{4}$ Large White, o incremento do peso vivo para abate (70 a 100 kg) promoveu o aumento da área do olho do lombo e da gordura subcutânea sem, contudo, afetar o conteúdo de gordura intramuscular.

GARCÍA-MACÍAS et al. (1996) verificaram que o músculo *Longissimus dorsi* de carcaças pesadas (120 kg) apresentaram maior concentração de pigmentos do que as

carcaças leves (90 kg). A taxa de coloração visual e as medidas de reflectância indicaram que os lombos das carcaças leves eram mais pálidos que aqueles de carcaças pesadas.

MARTIN et al. (1980) também observaram correlação linear entre o aumento do peso da carcaça e o aparecimento de coloração mais escura da carne, seguida de menor índice de gotejamento, refletindo melhoria na suculência da carne; dessa forma, pode-se concluir que a qualidade da carne não foi afetada adversamente pelo aumento do peso de abate.

2.3. Aspectos da nutrição animal relacionados à composição

Segundo HEDRICK et al (1967), vários fatores podem alterar o rendimento e a qualidade da carcaça suína, entre eles o peso ao abate, a genética, a nutrição e o manejo pré-abate.

Os avanços zootécnicos (raças selecionadas, controle nutricional e manejo, dentre outros) buscam atender ao interesse da indústria de suínos em prolongar o período de alimentação e produção de suínos mais pesados.

A área de nutrição animal, dentre outras, tem buscado conciliar maior eficiência na produção animal e o tipo de carne demandado pela indústria da carne de acordo com suas necessidades e o desejo de seus clientes (UNRUH et al., 1996).

Easter (1995), citado por CAMPABADAL e NAVARRO (1997), estabeleceu que, em um programa de restrição alimentar, o consumo diário de nutrientes deve ser constante para manter um crescimento magro, sendo necessário para isso manipular a concentração de nutrientes na ração. Essa técnica deve ser aplicada durante a fase de engorda ou terminação, pois é quando existe tendência a se produzir gordura. Além disso, animais geneticamente selecionados para produzirem carcaças com maior conteúdo de carne magra não respondem à restrição alimentar.

Segundo Hollis (1994), citado por CAMPABADAL e NAVARRO (1997), a taxa de crescimento de tecido magro, em relação ao consumo de energia, diminui com o aumento do peso do animal, especialmente a partir dos 50 kg de peso vivo.

Além da energia, o consumo adequado de proteína e aminoácidos pelo animal também influenciará a qualidade e o rendimento da carne. Uma ração deficiente em aminoácidos diminui a síntese de tecido muscular e aumenta a deposição de

gordura na carcaça, devido à utilização da energia fornecida na produção de gordura corporal em detrimento do crescimento do tecido magro (COLE et al., 1994).

De acordo com FONTES e DONZELE (1997), leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra requerem, dos 60 aos 95 kg, 1,00% de lisina na ração para máximo desempenho, confirmando as recomendações feitas por FRIESEN et al. (1994). HAHN et al. (1995) observaram que as exigências de lisina de fêmeas são maiores do que as de machos castrados.

Relacionando as exigências de lisina com o consumo de energia e de outros aminoácidos, vários trabalhos constataram maior exigência de lisina nas novas linhagens de suínos (suíno tipo carne) e algumas alterações nas relações entre lisina, treonina e triptofano. Observaram-se, também, diminuição na espessura de toucinho e maior velocidade de ganho de tecido muscular com o uso de aminoácidos sintéticos, que, por sua vez, permite diminuir o excesso de proteínas nas rações (HAHN e BAKER, 1995; GOERL et al., 1995; UNRUH et al., 1996; FRIESEN et al., 1995).

As exigências protéicas de suínos têm sido determinadas através da avaliação dos efeitos de níveis crescentes de proteína bruta sobre o desempenho e composição da carcaça. Observa-se, freqüentemente, que o aumento no teor de proteína das rações melhora o desempenho e, ou, produz carcaças mais magras (GREEF et al., 1994).

Segundo SCHIKEL et al. (2000), suínos com alta taxa de ganho protéico exigem maior consumo de aminoácidos para que possam expressar todo seu potencial de ganho. A eficiência de utilização de aminoácidos varia entre 50 e 85%, de acordo com a quantidade de aminoácidos absorvidos em relação às exigências dos animais para deposição de músculo. Nesse sentido, o uso da proteína ideal impede o excesso ou o desbalanceamento de aminoácidos, melhorando, dessa forma, a eficiência de utilização e diminuindo a necessidade metabólica de conversão desses nutrientes em gordura, que é depositada na carcaça. Assim, ocorre melhoria nas características metabólicas dos suínos e, em consequência, da composição das carcaças (BELLAYER e VIOLA, 1997).

O padrão estabelecido pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1988) recomenda, para suínos nas fases de crescimento (20 a 50 kg de peso vivo) e terminação (50 a 110 kg de peso vivo), 15 e 13% de proteína bruta, respectivamente. No entanto, nessas recomendações não se consideram as diferenças dos planos de nutrição nas diferentes fases de desenvolvimento, assim como as diferenças entre sexo e genótipo,

sendo considerada apenas a eficiência de utilização da proteína e energia pelo organismo em função do peso corporal, da alimentação e do ambiente a que o suíno está submetido. Contudo, existe, atualmente, interesse pela indústria de suínos em prolongar o período de alimentação e produção de suínos com carcaças mais pesadas, principalmente pelas mudanças provocadas pela introdução de raças selecionadas, controle da nutrição e manejo, entre outros fatores.

Segundo USBORNE et al. (1968), o peso ideal para o abate de suínos situa-se entre 90 e 100 kg, acima do qual os animais apresentam teor de gordura elevado. Segundo BUCK (1963), o abate de suínos com peso não superior a 90 kg ao abate visa evitar o aumento na deposição de gordura na carcaça. Entretanto, a seleção genética e as alterações introduzidas na alimentação animal geraram uma carne suína extremamente magra nesses pesos, comprometendo algumas características de palatabilidade, especialmente sabor e suculência, e gerou deficiência na quantidade de gordura para processamento industrial de derivados suínos. Isso tem levado a pesquisas com animais mais pesados.

IRGANG e PROTAS (1986) demonstraram que, mesmo apresentando menor porcentagem de carne em relação à de gordura, o abate de suínos mais pesados constitui vantagem para a indústria, uma vez que esses animais apresentam aumento no rendimento de carcaça sem influenciar negativamente a porcentagem de cortes comerciais.

NOLD et al. (1999), em estudo realizado com carcaças de fêmeas, machos inteiros e machos castrados aos 100 e 110 kg de peso vivo, verificaram que, aos 110 kg, fêmeas e machos castrados apresentaram maior conteúdo de gordura do músculo *Longissimus dorsi* do que machos inteiros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado nas instalações da Granja de Melhoramento Genético de Suínos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG. As análises laboratoriais foram feitas nos Laboratórios de Carnes e Derivados e de Nutrição Animal dos Departamentos de Tecnologia de Alimentos e de Zootecnia, respectivamente.

3.1. Animais

Foram utilizadas 36 fêmeas suínas, híbridos comerciais (AG PIC 421 da Agrocere), com idade inicial de 115 dias, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro planos de nutrição (dois de restrição: níveis de lisina iniciando em 0,08% e 0,90%; e um de referência: 1,00% e outro acima do requerimento de referência: 1,10%) e abatidas aos 95 $\pm$ 2 kg (com níveis iniciais de lisina), 105 $\pm$ 2 kg (nível inicial de lisina até os 95 kg, seguido de redução de 0,05% p.p.) e 115 $\pm$ 2 kg de peso ao abate (nível inicial de lisina até os 95 kg, seguido de uma redução de 0,05% p.p. até os 105 kg e outros 0,05% p.p. até os 115 kg).

No Quadro 1 é representado o esquema de montagem do experimento.

A dieta de uma ração isoenergética, à base de milho, farelo de soja e óleo de soja com diferentes níveis de proteína bruta e lisina, obtidos através de alterações nas proporções de amido e areia, a qual foi utilizada para diluir os demais componentes da dieta, substituindo-os, porém, sem fornecer valor energético.

Quadro 1 – Esquema demonstrativo da montagem do experimento com diferentes níveis de lisina fornecidos aos animais a partir dos 115 dias e até os 95, 105 e 115 kg de peso ao abate

Nível de lisina (%)	Peso ao abate		
	115 dias até 95 kg	95 até 105 kg	105 até 115 kg
0,80	4		
0,80-0,75		3	
0,80-0,75-0,70			3
0,90	4		
0,90-0,85		3	
0,90-0,85-0,80			3
1,00	3		
1,00-0,95		3	
1,00-0,95-0,90			1
1,10	3		
1,10-1,00		3	
1,10-1,00-0,95			3
Total	36	14	10

Cada plano de nutrição, foi planejado com três repetições em cada peso ao abate, tendo o animal como a unidade experimental. Entretanto, na condução do experimento, um dos tratamentos (interação plano nutricional vs. peso) teve apenas um animal a ele alocado, enquanto outros dois tiveram o aumento de um animal.

Em cada plano de nutrição, os níveis de lisina administrados na dieta sofreram redução conforme o aumento do peso ao abate, de forma a garantir um consumo equivalente de lisina, já que os animais, ao aumentarem de peso, consomem mais ração do que os animais mais novos/leves. Dessa forma, dentro de cada plano de nutrição, procurou-se manter a mesma quantidade de lisina ingerida em cada um dos pesos ao abate.

Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, localizadas em um galpão de alvenaria, com piso de concreto, coberto com telhas tipo “francesa” e providas de comedouro semi-automático, e bebedouro tipo chupeta.

3.2. Abate

Os animais, ao atingirem o peso de abate estabelecido, foram submetidos a um jejum pré-abate de 14 a 16 horas. Posteriormente, foram conduzidos para a área de insensibilização. Todos os abates foram realizados entre os meses de janeiro e março, em um anexo da Granja de Melhoramento Genético da UFV.

3.3. Insensibilização

Empregou-se insensibilização mecânica (concussão cerebral), efetuada na região frontal da cabeça do animal.

3.4. Sangria

A sangria foi realizada imediatamente após a insensibilização com o animal apoiado na posição horizontal. O animal permaneceu nessa posição por aproximadamente cinco minutos, foi depilado a quente e excisado para remoção das vísceras. A seguir, foi suspenso para prosseguimento das demais operações de abate.

3.5. Determinações efetuadas durante o abate

O músculo *Longissimus dorsi* foi escolhido para executar as avaliações tanto na linha de abate quanto nas laboratoriais.

Imediatamente após o abate, procedeu-se à avaliação do pH₁ *post mortem* e à coleta das amostras para determinação do valor R. As metodologias dessas determinações estão descritas nos itens 3.6.1 e 3.6.2.

Após o abate, as meias carcaças foram conduzidas para a unidade de processamento de carnes da UFV, onde foram armazenadas em câmara frigorífica para serem resfriadas, a 5 °C, por 24 horas. Posteriormente, procedeu-se à avaliação de pH 24 horas (pH₂₄) e à excisão, entre a 7 e 8ª vértebras, de uma amostra do músculo, a qual foi

congelada em "freezer" horizontal a -20°C para posterior determinação da composição centesimal (lipídios, proteína e umidade). Também, foi removida outra amostra, da mesma posição, de 1 cm de espessura, para determinação do índice de cor. O restante do músculo foi devidamente embalado e congelado em "freezer" horizontal a -20°C , para a posterior determinação de maciez.

3.6. Determinações pós-abate

3.6.1. pH

Para as determinações do pH *post mortem* (uma hora e 24 horas), utilizou-se um pHmetro digital DIGIMED DM 20 com um eletrodo de inserção INGOLD D8601 acoplado. O eletrodo foi inserido no músculo *Longissimus dorsi*, à altura da última vértebra da meia carcaça direita.

3.6.2. Valor R

As amostras foram retiradas, aos 45 minutos *post mortem*, da meia carcaça direita, próxima à região terminal do músculo *Longissimus dorsi*. Foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em sacos de polietileno, devidamente identificadas e estocadas em "ultrafreezer" a uma temperatura de 85°C negativos. A metodologia proposta por HONIKEL e FISCHER (1977) foi adotada para determinação do valor R e consistiu na homogeneização de 2 g de amostra congelada, por 30 segundos, em 10 mL de ácido perclórico 1 M. A seguir, o homogenato foi centrifugado por cinco minutos a 3.000 G, em centrífuga FANEN EXCELSA II 206 MP, em temperatura ambiente. Uma alíquota de 0,1 mL do sobrenadante foi diluída em 4,9 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 7,0, procedendo-se à leitura das absorbâncias a 250 nm (monofosfato de inosina – IMP) e a 260 nm (adenosina trifosfato – ATP) em espectrofotômetro HITACHI U-2001. O tampão fosfato foi utilizado como branco, sendo o valor R calculado pela razão das duas absorbâncias.

3.6.3. Cor e pigmentos

Os valores de L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo) foram medidos, no Sistema CIELAB, em espectrofotômetro COLOR QUEST II HUNTER LAB, calibrado como as placas de referência branca (X = 81,12; Y = 85,99; e Z = 91,03) e cinza (X = 49,90 Y = 53,15; e Z = 55,05). Após o resfriamento das carcaças (24 horas *post mortem*), efetuaram-se três leituras na superfície de cada uma das amostras, cortadas transversalmente ao músculo na altura da 8ª vértebra e com espessura de 2 cm, pela movimentação das amostras em relação ao feixe de luz do aparelho.

A concentração de mioglobina foi avaliada segundo a metodologia descrita por PEARSON e TAUBER (1984). Pesaram-se 2 g de amostra e adicionaram-lhe 9,0 mL de solução de acetona e ácido clorídrico (90 mL de acetona P.A. e 10 mL de ácido clorídrico P.A.), centrifugando-se por cinco minutos a 3.000G, em centrífuga FANEN EXCELSA II 206 MP, em temperatura ambiente. O espectrofotômetro foi zerado com a solução de acetona e ácido clorídrico. Filtrou-se a amostra centrifugada em papel-filtro Whatman nº 42, e transferiu-se o filtrado para uma célula Beckman, procedendo-se à leitura do filtrado a 640 nm para o cálculo da concentração do pigmento segundo a seguinte fórmula:

$$\text{ppm pigmento total} = \text{absorbância (640 nm)} \times 680$$

3.6.4. Maciez objetiva (força de cisalhamento)

Foi determinada de acordo com a metodologia descrita por GOMIDE (1992). As amostras, mantidas no "freezer" horizontal a -20 °C, foram descongeladas em geladeira a 2 °C por três dias, as quais, posteriormente, foram limpas, removendo-se os tecidos adiposo e conjuntivo. Removeu-se um corte da porção cranial do músculo

Longissimus dorsi, pesando aproximadamente 500 g, o qual foi assado em forno convencional por duas horas até que a temperatura interna de 71 °C fosse alcançada. Posteriormente, efetuou-se o corte de cilindros de 1,2 cm de diâmetro, com o auxílio de um cortador orientado paralelo ao eixo das fibras. Removeram-se cinco cilindros de cada amostra. Esses cilindros foram submetidos a uma força de cisalhamento, aplicada, com uma lâmina Warner Bratzler acoplada a um texturômetro TEXTURE ANALYSER TA – XT2i, transversalmente ao comprimento das fibras musculares. Trabalhou-se com o seguinte “set up”: velocidade no pré-teste de 20 mm.s⁻¹, velocidade do teste de 30 mm.s⁻¹ e velocidade pós-teste de 20 mm.s⁻¹. A maciez foi avaliada pelo pico quilogramas-força.

3.6.5. Proteína

A determinação de proteína seguiu a metodologia micro-Kjeldahl descrita pela ASSOCIATION...– AOAC (1984). Digeriram-se, em tubo Kjeldahl, 2 g de amostra previamente desengordurada por quatro horas de refluxo (30 °C) com éter de petróleo, adicionando-se-lhe 10 mL da mistura digestora/catalítica. Aqueceu-se o conjunto a 200 °C em bloco de digestão por 30 min. A seguir, elevou-se a temperatura para aproximadamente 300 °C, aquecendo por mais 30 minutos. Elevou-se, novamente, a temperatura do bloco de digestão para 350 °C até que o conteúdo do tubo apresentasse coloração amarelada transparente (aproximadamente 5 h). A seguir, resfriou-se o tubo dentro da capela e adicionou-lhe 1 mL de solução de peróxido de hidrogênio 30%. Retornou-se o tubo ao bloco digestor para mais 30 minutos de aquecimento até que a amostra apresentasse coloração verde-cristalina; a seguir, procedeu-se à destilação no destilador de nitrogênio.

Colocou-se um erlenmeyer de 250 mL, contendo 25 mL da solução indicadora (ácido bórico 4% mais indicador de Tashiro: 2 mL de indicador para cada litro de solução de ácido bórico) na saída do condensador. Adicionaram-se, lentamente, 25 mL de solução de hidróxido de sódio 40% à amostra digerida até que a coloração da mistura se tornasse amarronzada. Iniciou-se a destilação até que o volume do erlenmeyer

chegasse a 150 mL. Titulou-se o conteúdo do erlenmeyer (cor verde) com ácido clorídrico 0,1 N até o ponto de viragem (verde para rosa). Anotou-se o volume e quantificou o nitrogênio presente na amostra. O teor de proteína foi obtido com o fator 6,25.

3.6.6. Umidade

Procedeu-se à determinação da umidade pelo método descrito pela AOAC (1984) com a secagem em estufa a 105 °C até peso constante (cerca de seis horas).

3.6.7. Lipídio

3.6.7.1. Extração de lipídios

A extração de lipídios procedeu-se segundo a metodologia de BLIGH e DYER (1959).

Trituraram-se, em triturador tipo Turrax (Marconi), 15 g de carne por 2 min e se lhe adicionaram 100 mL de metanol (considerando a amostra com uma média de 70% de umidade no músculo, conforme resultados da determinação de umidade), 50 mL de clorofórmio e quantidade de água destilada suficiente (28 mL) para obter a proporção de 2:1:0,8 (metanol:clorofórmio:água). Transferiu-se esse conjunto para béquer de 150 mL, e procedeu-se à nova trituração até que a amostra se apresentasse homogênea (sem grumos de tecido muscular). A seguir, agitou-se com o auxílio de agitador magnético por 30 min e manteve-se a amostra recoberta com filme plástico, para evitar a evaporação de solventes em repouso, a 2 °C, por 16 horas. Após esse período, fitrou-se o conjunto, em papel-filtro Whartman Nº 1, para um funil de separação. Ao filtrado, no funil de separação, adicionaram-se 60 mL de clorofórmio, lavando o béquer para remoção completa da amostra. Obteve-se uma proporção de 2:2:1,8 de metanol:clorofórmio:água. A seguir, adicionaram-se 60 mL de solução de sulfato de sódio 2% para garantir a separação de frações não-lipídicas. A amostra foi, então, deixada em repouso até a

completa separação das fases aquosa e lipídica (cerca de quatro horas). Posteriormente, a fase lipídica foi filtrada em papel-filtro (Whatman Nº 1) com aproximadamente 5 g de sulfato de sódio anidro, para um balão de fundo chato devidamente tarado e pesado. Essa etapa visou garantir a remoção de traços de água, com vistas à não-contaminação da coluna cromatográfica. O filtrado foi, então, levado ao rotavapor (Fisatom 802D) para evaporação do clorofórmio a 250 mm Hg e banho-maria a 60 °C. A seguir, transferiu-se o balão para estufa a 105 °C por 15 min, para garantir a completa remoção do solvente e secagem do balão. Depois de resfriado em dessecador, o balão foi pesado. O percentual de lipídios foi calculado pela diferença do peso do balão com o resíduo lipídico e o peso do balão vazio. Para determinação da composição em ácidos graxos da fração lipídica (análise cromatográfica), dissolveu-se o conteúdo do balão com 5 mL de éter etílico P.A., e, com o auxílio de uma pipeta, transferiu-se essa solução para um frasco limpo, com tampa, protegido da luz e devidamente identificado. Procedeu-se a outras duas lavagens do balão e transferências para o frasco de estocagem, totalizando um volume final de 15 mL de solução de lipídio em éter etílico, que foi armazenado em "freezer" a -20 °C, para posterior análise de composição em ácidos graxos.

Para extração dos lipídios do toucinho, procedeu-se, da mesma maneira, usando 1,0 g de amostra e quantidades de solventes proporcionais. Uma variação em relação ao procedimento adotado para o tecido muscular foi a utilização de quatro lavagens e transferências para frasco de estocagem, do balão com éter etílico, para garantir a completa transferência de lipídios, já que o teor de lipídios do toucinho é superior ao do tecido muscular.

3.6.7.2. Preparação das amostras para cromatografia gasosa

A saponificação e a esterificação dos lipídios do tecido muscular e do toucinho foram realizadas segundo a metodologia proposta por HARTMAN e LAGO (1986), em que o reagente de saponificação é uma solução metanólica de hidróxido de sódio 0,5 N, sendo o reagente de

esterificação obtido pelo refluxo de uma mistura de 2 g de cloreto de amônia, 3 mL de ácido sulfúrico e 60 mL de metanol anidro.

Transferiu-se uma alíquota de cada solução de lipídio (25 mg de lipídio), conforme descrito no item 3.6.7.1, para um tubo de ensaio com tampa de 20 mL de capacidade. Submeteram-se as amostras a aquecimento em banho-maria a 80 °C, para evaporação do éter etílico. Adicionaram-se 4 mL do reagente de saponificação, e procedeu-se ao novo aquecimento em banho-maria a 80 °C, por 15 a 20 min. A seguir, esterificou-se a amostra, adicionando ao tubo de ensaio 12 mL do reagente de esterificação e levando a banho-maria a 80 °C por outros 10 a 15 min. Depois de resfriar o tubo à temperatura ambiente, adicionaram-se 3 mL de hexano grau HPLC, e agitou-se lentamente. Adicionaram-se 5 mL de solução de cloreto de sódio 20%, e agitou-se lentamente. Essa solução promoveu uma separação da fase aquosa da fase lipídica, permitindo-se retirar todo o sobrenadante (ésteres metílicos de lipídios) possível, sem a remoção da fase aquosa. Com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, transferiu-se o sobrenadante para um frasco âmbar, o qual foi mantido em "freezer" a -20 °C até a realização da análise cromatográfica.

3.6.7.3. Determinação da composição em ácidos graxos por cromatografia de fase gasosa

As análises foram realizadas em um cromatógrafo FINNINGAN 9001, equipado com uma coluna CP Sil 88 (CHROMPACK) DE 50 m x 0,25 mm e gerenciado pelo software LABQUEST CHROMATOGRAPHY DATA SYSTEM. As leituras foram obtidas através de um detector de chamas ionizadas. As condições de operação do aparelho foram as seguintes:

Gás de arraste :	Hélio :	2 mL/min ⁻¹
Splitter :		100 mL/min ⁻¹
Chama :	Hidrogênio	25 mL/min ⁻¹
	Ar sintético :	175 mL/min ⁻¹
“Make-up” :	Hélio :	23 mL/min ⁻¹
Temperaturas :	Injetor :	250 °C

Detector :	270 °C
Coluna :	130 → 150 °C, 4 °C/min⁻¹
	150 → 220 °C, 2 °C/min⁻¹
	220 °C, 15 min⁻¹

A identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação com os tempos de retenção de uma amostra do PADRÃO SIGMA 189-19, que contém 37 ácidos graxos saturados e insaturados com cadeias de 4 a 24 carbonos. A quantificação foi feita pela conversão da porcentagem de área diretamente em porcentagem de massa.

3.7. Delineamento estatístico

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4x3 (quatro grupos de peso e três níveis de lisina), com três repetições e um animal por unidade experimental.

Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG. Para grupos (peso de abate), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Student Newman Keuls em nível de 5% de probabilidade. Para os níveis iniciais de lisina, foram escolhidos os modelos linear ou quadrático pela significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” em nível de 5% de probabilidade.

3.8. Análise de freqüência de ocorrência das diversas características de qualidade da carne

Os animais experimentais foram classificados nas diversas condições de qualidade de carne descritas na literatura (PSE, DFD, RFN e RSE), adotando-se uma média dos valores de pH₂₄ e índice de cor L* propostos por diversos autores (van LAACK et al., 1994; JOO et al., 1995; AGROCERES, 1997; van der WAL et al., 1998), para classificação/estratificação dessas condições. Assim, foram estabelecidas as seguintes condições de qualidade:

PSE:	L* > 54
------	---------

RSE:	$L^* = 47-54$ e $pH_{24} < 5,5$
Normal/RFN:	$L^* = 47-54$ e $pH_{24} = 5,5-6,2$
DFD:	$L^* < 47$ e $pH_{24} > 6,2$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Qualidade da carne

Na Tabela 2, apresentam-se os valores médios dos índices, bioquímicos e físicos, de qualidade do músculo em função do nível de lisina administrado na dieta, do peso vivo ao abate e de suas interações.

Não ocorreu interação entre os níveis de lisina da dieta e o peso ao abate dos animais para nenhum dos parâmetros dos índices bioquímicos e físicos da qualidade das carcaças.

Não se observou efeito ($P > 0,05$) dos níveis de lisina e do peso ao abate sobre os valores médios de pH_1 e pH_{24} , de valor R, e dos índices de cor L^* , a^* e b^* do músculo *Longissimus dorsi* dos suínos.

Diversos autores (GARCÍA-MACÍAS et al., 1996; UNRUH et al., 1996; CANDEK-POTOKAR et al., 1998; BEATTIE et al., 1999) também não

observaram efeito da dieta e, ou, do peso de abate sobre os valores médios de pH, obtidos em diferentes tempos *post mortem*, e dos valores de índice de cor L* do músculo *Longissimus dorsi* dos suínos.

Com relação aos índices de cor a* e b*, nesse mesmo músculo os resultados dos trabalhos são menos convergentes. UNRUH et al. (1996) também não observaram variação nesses índices em animais abatidos de diferentes pesos, ao passo que CANDEK-POTOKAR et al. (1998) e BEATTIE et al. (1999) constataram maiores valores de a* e GARCÍA-MACÍAS et al. (1996), maiores valores de a* e b*, nos animais abatidos com peso mais

Tabela 2 – Valores médios de pH₁, pH₂₄, valor R, valor L*, a* e b* e porcentagem de mioglobina do músculo *Longissimus dorsi* de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina, abatidos em diferentes pesos

ÍNDICE DE QUALIDADE	Níveis de lisina (%)				Peso (kg)			EFEITO		
	0,8	0,9	1,0	1,1	95	105	115	NL	P	NLxP
pH ₁	6,06	5,86	5,93	6,15	6,03	5,95	5,97	n.s	n.s.	n.s.
pH ₂₄	5,47	5,56	5,32	5,32	5,56	5,32	5,38	n.s	n.s.	n.s.
Valor R	1,00	1,12	1,09	1,02	1,00	1,04	1,13	n.s	n.s.	n.s.
Valor L*	53,37	54,27	53,56	51,02	52,92	52,37	53,88	n.s	n.s.	n.s.
Valor a*	6,13	5,81	6,08	5,18	5,36	6,11	5,95	n.s	n.s.	n.s.
Valor b*	10,72	10,83	11,08	10,27	10,60	10,56	11,02	n.s	n.s.	n.s.
Mioglobina (%) ⁺	0,94	0,94	0,95	0,99	0,94a	0,96b	0,97c	q	**	n.s.

** Significativo a 5%, pelo teste F.

NL Nível de lisina, P – Peso ao abate e NLxP- Interação nível de lisina e peso ao abate.

n.s. Não-significativo (P > 0,05), q – Quadrático e + - Médias seguidas por diferentes letras na linha foram diferentes pelo teste de Student Newman-Keuls.

elevado. No entanto, NOLD et al. (1999), trabalhando com suínos de diferentes sexos e submetidos a dietas contendo baixo nível protéico ou 1,00% acima do seu requerimento, verificaram maiores valores do índice de cor b* no músculo das fêmeas abatidas aos 100 kg, em relação às abatidas aos 110 kg.

Apesar de não ter sido verificado efeito dos tratamentos sobre os valores de índice de cor, foi constatado que a concentração de mioglobina no músculo *Longissimus dorsi* aumentou ($P < 0,05$), de forma quadrática, com a elevação do nível de lisina na dieta (Figura 1), aumentando também sua porcentagem na carne, em razão direta com o incremento do peso de abate dos animais.

Esse resultado está de acordo com os de GARCÍA-MACÍAS et al. (1996), que também verificaram maior concentração de pigmentos no músculo dos animais mais pesados. Tal fato corrobora o conceito de que, dentro de uma mesma carga genética, animais mais velhos/pesados apresentam maior concentração de pigmento no músculo (JUDGE et al., 1989).

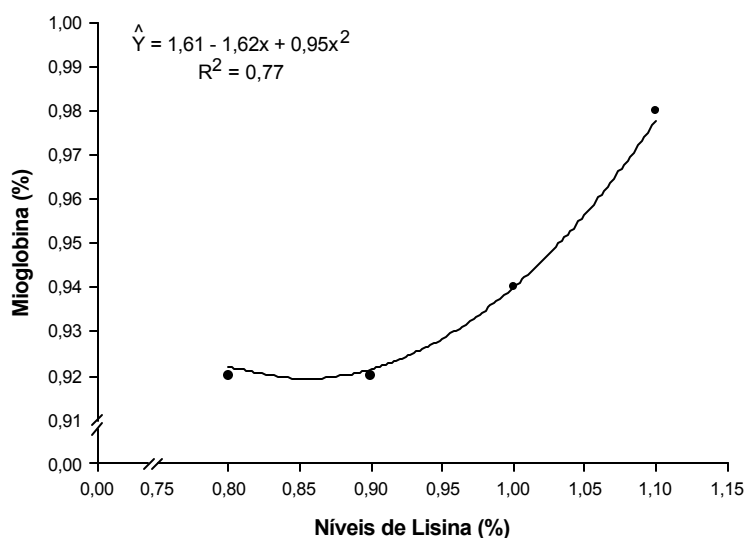


Figura 1 – Concentração do pigmento mioglobina em diferentes níveis de lisina por tratamento.

A ausência de diferenças de pH, valor R e índices de cor indica que, aparentemente, o metabolismo da fibra muscular dos suínos não foi influenciado pelo nível de lisina administrado na dieta dos animais ou pelo peso vivo ao abate, muito embora esses fatores tenham levado a diferenças no teor de mioglobina ($P < 0,05$) na carne, pelo que era de se esperar alteração no tipo de metabolismo muscular dos animais experimentais, com conseqüências

diretas para a qualidade da carne. Entretanto, segundo van LAACK et al. (1994), é improvável que a concentração muscular de pigmentos influencie a qualidade de carnes (índice de cor L^* e capacidade de retenção de água), já que apenas os músculos classificados como DFD apresentaram concentração de hematina significativamente diferente dos demais (RFN/Normal, PSE, RSE e PFN). Contudo, GARCÍA-MACÍAS et al. (1996) e BEATTIE et al. (1999) verificaram que a maior concentração de pigmentos em animais mais pesados estava associada a músculos mais escuros, o que não encontrou suporte no presente trabalho, já que o peso ao abate não causou ($P > 0,05$) alteração em nenhum dos índices de cor avaliados (Tabela 2).

O conjunto de fatos discutidos leva a crer que a dieta e o peso ao abate não comprometem a qualidade da carne de suínos fêmeas com alta propensão à deposição de tecido magro. GARCIA-MACÍAS et al. (1996) também chegaram a essa conclusão, com relação ao peso vivo de suínos. Segundo esses autores, o peso ao abate não foi significativo ($P > 0,05$) para índices de qualidade de carne usados para determinar carne PSE.

Nas Figuras 2 a 7, mostra-se a avaliação da qualidade da carne (Normal, PSE, DFD, RSE e RFN) dos animais experimentais, segundo a estratificação proposta por diversos autores (CANDEK-POTOKAR et al., 1998; HONIKEL e FISCHER, 1977; van Der WAL et al., 1998). As Figuras 8 e 9 ilustram essa estratificação com base em uma combinação dos limites propostos por outros autores (van LAACK et al., 1994; AGROCERES, 1997; JOO et al., 1995) para classificação de qualidade, baseando-se nos valores de pH_{24} e do índice de cor L^* .

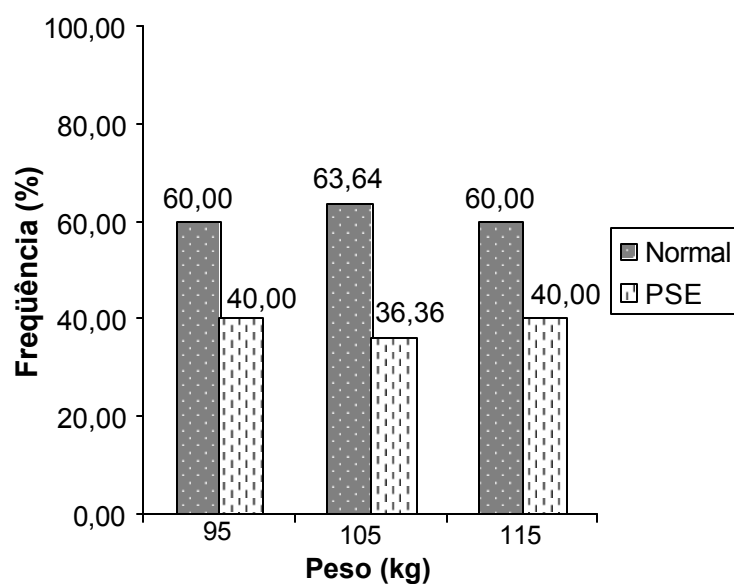


Figura 2 – Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal e PSE com base no pH₁, conforme proposto por CANDEK-POTOKAR et al. (1998).

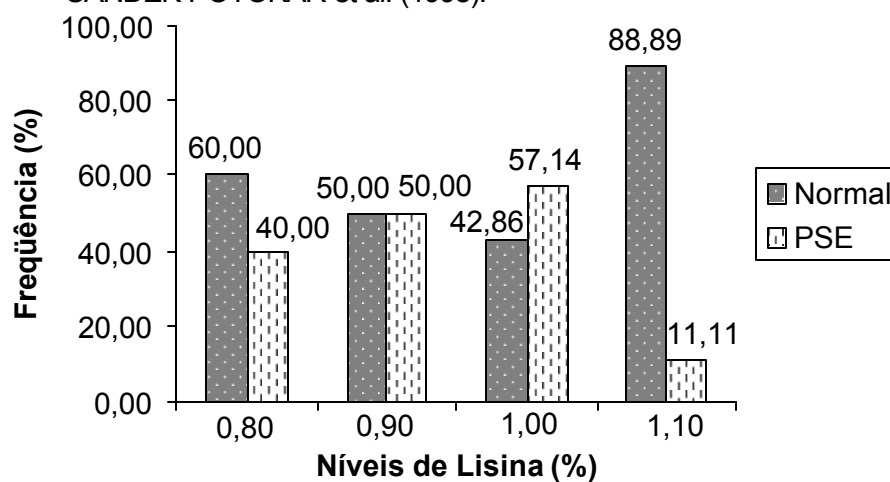


Figura 3 – Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal e PSE com base no pH₁, conforme proposto por CANDEK-POTOKAR et al. (1998).

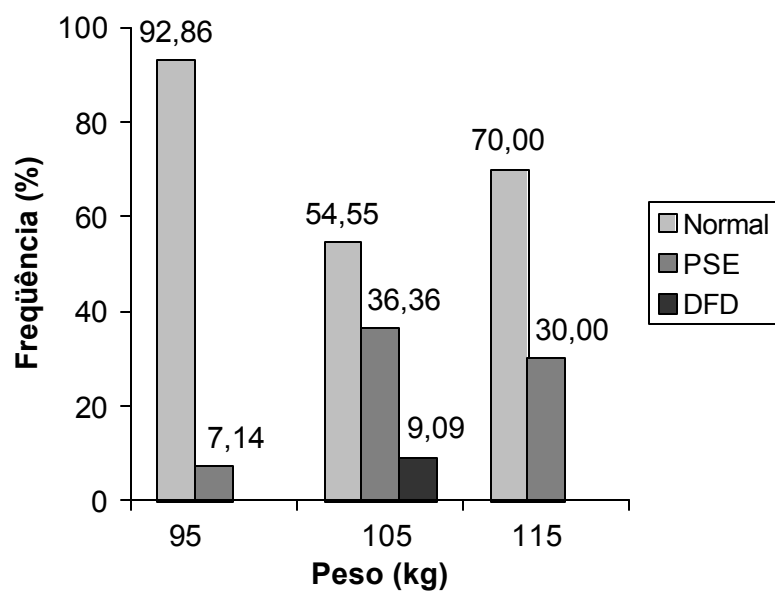


Figura 4 – Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH_1 e valor R, conforme proposto por HONIKEL e FISCHER (1977).

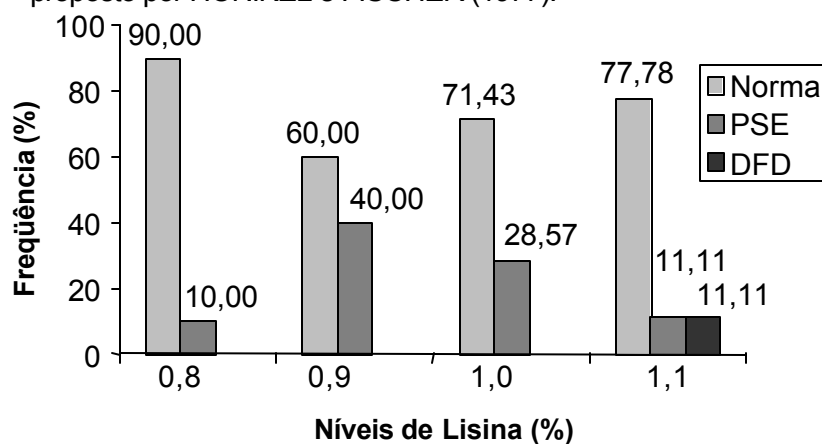


Figura 5 – Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH_1 e valor R, conforme proposto por HONIKEL e FISCHER (1977).

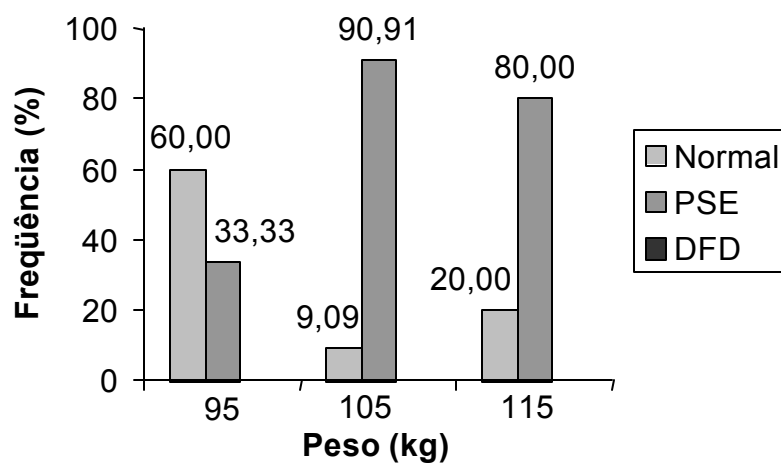


Figura 6 – Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH₂₄, conforme proposto por van der WAL et al. (1998).

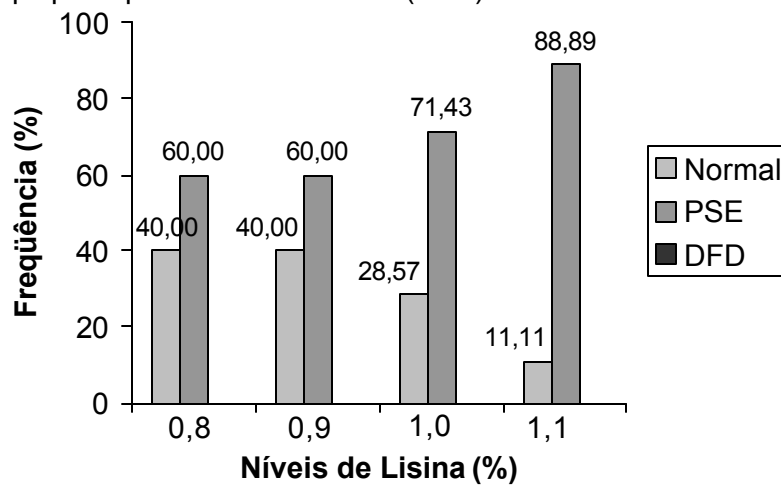


Figura 7 – Frequência, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e DFD com base no pH₂₄, conforme proposto por van der WAL et al. (1998).

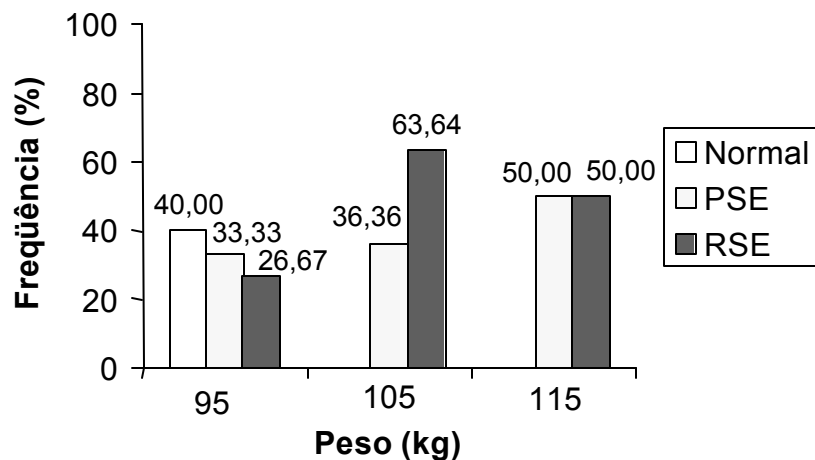


Figura 8 – Frequência, em função dos pesos ao abate, de ocorrência das condições Normal, PSE e RSE, com base nos valores de L^* e pH_{24} .

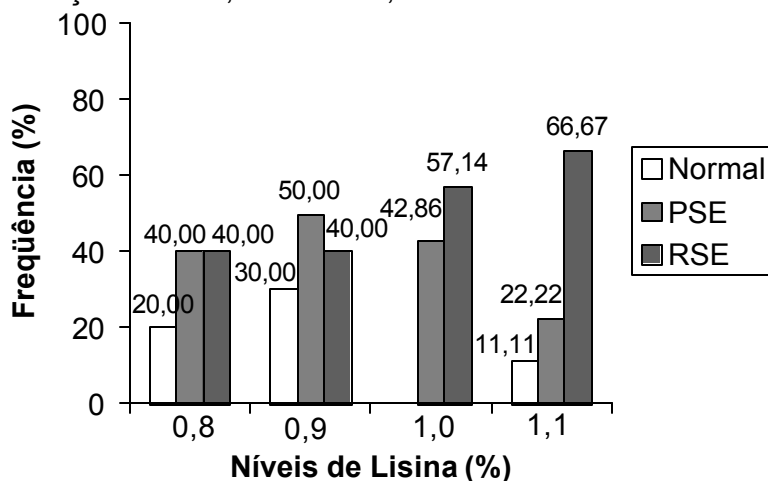


Figura 9 – Frequência, em função dos níveis de lisina administradas na dieta, de ocorrência das condições Normal, PSE e RSE, com base nos valores de valor L^* e pH_{24} .

Os dados de frequência da avaliação da qualidade da carne (Normal, PSE, DFD, RSE e RFN) dos animais obtidos neste estudo, segundo as diferentes metodologias propostas, encontram-se sumarizados na Tabela 3.

Constatou-se grande variação na classificação da carne, especialmente quando foi utilizado o pH₂₄ como único parâmetro de referência.

Tabela 3 – Frequência das incidências das diversas condições de qualidade de carne, em função das diversas metodologias propostas para sua identificação

Parâmetros	Qualidade				Referência
	PSE	Normal	RSE	DFD	
	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	
pH ₁	38,89 (14)	61,11 (22)			CANDEK-POTOKAR et al. (1998)
pH ₂₄ ^a	62,07 (18)	37,93 (11)			Van der WAL et al. (1998)
pH ₁ + valor R	27,78 (10)	66,67 (24)		5,55 (2)	HONIKEL e FISCHER (1977)
pH ₂₄ + valor L*	38,89 (14)	44,44 (16)	16,67 (6)		Proposta ^b

^a – 7 amostras (pH entre 6,2 e 6,4 – entre RFN e DFD) não classificadas segundo a estratificação proposta na referência.

^b – Média dos índices propostos por AGROCERES (1996 e 1997), JOO et al. (1995) e van LAACK et al. (1994).

Segundo BENDALL e SWATLAND (1988), existe considerável variação na definição subjetiva de carne suína PSE, o que pode fazer com que carnes consideradas PSE em uma nação sejam classificadas como normal em outras. Isso evidencia a inexistência de um parâmetro ideal para indicar as diversas características de qualidade da carne, o que corrobora os resultados de WARRIS et al. (1998), que não encontraram relação aparente entre índices de estresse e características associadas com a condição PSE. Uma das possíveis razões para isso é que a qualidade define-se, primordialmente, segundo diferentes ângulos de interesse, como cor para o consumidor e perda de peso/rendimento para a indústria. Assim, as pesquisas para a correta identificação dos diferentes níveis de qualidade de carne precisam continuar; entretanto é necessário, primeiro, estabelecer um critério para definir cada um dos níveis de qualidade, especialmente o PSE. Nesse sentido, Eikelenboom (1987), citado por BENDALL e SWATLAND (1988), destacou, dentre outros, o fato de que os métodos propostos para avaliar a qualidade da carne suína devem ser internacionalmente padronizados. Também, van LAACK et al. (1994) concluíram sobre a impossibilidade de se fazer uma estratificação entre os diversos tipos de qualidade de carne suína com base em cor e capacidade

de retenção de água (CRA), relatando a necessidade de melhor definição e explicação biológica dos tipos de qualidade, para que seja possível prever a qualidade de carne.

Essa constatação talvez seja uma das razões para uma variação tão grande na incidência de PSE reportada na literatura (CANDEK-POTOKAR et al., 1998; KAUFFMAN e BÄCKSTRÖM, 1995; van LAACK et al., 1994; WARRIS et al., 1998).

Apesar de todas as divergências, a incidência de PSE nos animais experimentais (cerca de 35% pela média dos métodos utilizados, excetuando-se o que se baseia no pH₂₄) foi muito elevada, o que, provavelmente, deu-se em função do nível de estresse a que os animais foram submetidos no pré-abate e durante o abate, além das condições não-ideais de resfriamento das carcaças *post mortem*. Entretanto, essa incidência de PSE não foge muito daquela (30%) baseada no pH₄₅ do músculo *Longissimus dorsi*, apresentada pela média de animais europeus (WARRIS et al., 1998) e de capões eslovenos (31,25% de PSE), do tipo carne livre do gene mutante RYR1 (CANDEK-POTOKAR et al., 1998). KAUFFMAN e BÄCKSTRÖM (1995) reportaram nos EUA, em 1991, incidência de PSE de cerca de 16% e de RSE em torno de 50%.

Segundo vários autores (D'SOUZA et al., 1998; HEDRICK et al., 1967; HYUN et al., 1997; WOOD et al., 1994; KAUFFMAN e BÄCKSTRÖM, 1995), mesmo em animais resistentes ao estresse, a incidência de PSE pode ser elevada caso as condições que levam ao seu surgimento não sejam rigorosamente controladas. Um exemplo disso foi apresentado por WARRIS et al. (1998), que verificaram, com base no pH₄₅ do músculo *Semimembranosus*, incidências de PSE em suínos comerciais (tipo carne) variando de 69% em Portugal até 2% na Dinamarca.

Após estabelecerem cinco categorias de qualidade de carne (*L. dorsi*), com base no índice de cor L*, no pH₂₄ e na perda de peso por gotejamento, van LAACK et al. (1994) reportaram que 31,00% das amostras foram classificadas como PSE, 8,5% como RSE, 11,2% como PFN, 33,8% como RFN e 15,50% como DFD.

Esperava-se que a incidência da condição PSE diminuísse com o aumento do peso ao abate, já que GARCIA-MACÍAS et al. (1996) reportaram

elevação na concentração de pigmentos em função do peso (90 vs. 120 kg) de suínos ($P < 0,01$). Essa elevação na concentração de mioglobina deveria promover redução relativa no metabolismo anaeróbico do músculo, com conseqüente elevação do pH (inicial e final), além de certo atraso na instalação do *rigor mortis*. O mesmo raciocínio se aplica aos níveis de lisina na dieta em função dos resultados apresentados na Figura 1.

4.2. Composição centesimal da carne e composição de ácidos graxos de seus lipídios

Os dados médios da composição centesimal (porcentagem de proteína, umidade e lipídio) e maciez da carne suína, em razão dos níveis de lisina administrada na dieta e do peso ao abate dos animais, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores percentuais de proteína, umidade, lipídio e maciez do músculo *Longissimus dorsi* de suínos fêmeas, de acordo com o nível de lisina da dieta e o peso ao abate

ÍNDICE DE QUALIDADE	Níveis de Lisina (%)				Peso (kg)			EFEITO		
	0,8	0,9	1,0	1,1	95	105	115	NL	P	NLxP
Proteína (%)	25,1 7	26,2 4	25,0 2	25,0 4	25,65	24,95	25,50	n.s.	n.s.	n.s.
Umidade (%)	71,7 4	70,7 1	71,57	71,5 3	70,73	72,08	71,36	n.s.	n.s.	n.s.
Lipídio (%)	1,70	1,77	1,64	1,55	1,75	1,54	1,70	n.s.	n.s.	**
Força de Cisalhamento (kgf)	4,22	4,35	4,78	5,01	4,54	4,97	4,26	n.s.	n.s.	n.s.

** Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

n.s. Não-significativo.

NL Níveis de lisina.

P Peso vivo ao abate.

NLxP Interação nível de lisina e peso ao abate.

4.2.1. Composição centesimal e maciez

As percentagens de proteína, umidade e lipídio do músculo *Longissimus dorsi* e a maciez da carne não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de lisina da dieta e nem pelo peso de abate dos animais.

Os resultados de porcentagem de proteína obtidos foram similares aos encontrados por UNRUH et al. (1996) e NOLD et al. (1999), que também observaram efeito do nível de proteína da dieta e do peso de abate sobre esse parâmetro. Em contrapartida, esses resultados contrastam com os de CANDEK-POTOKAR et al. (1998), que verificaram maior concentração de proteína na carne de suínos mais pesados.

Com relação ao teor de umidade da carne, os resultados deste estudo, apesar de coerentes com os de UNRUH et al. (1996), diferem daqueles reportados por CANDEK-POTOKAR et al. (1998), que observaram menor teor de umidade no músculo *Longissimus dorsi* de suínos abatidos com pesos maiores.

Apesar de a gordura intramuscular ter apresentado efeito da interação entre pesos ao abate e do nível de lisina administrada na dieta, a regressão do teor dessa gordura conforme os níveis de lisina apenas apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) nos animais de 105 kg. Entretanto, a regressão em questão foi cúbica, não apresentando significado biológico.

Ao analisar o efeito do peso, dentro de cada nível de lisina, sobre o teor de gordura intramuscular no músculo *L. dorsi*, não se verificou efeito significativo ($P > 0,05$).

Apesar de não ter sido verificado efeito significativo dos tratamentos sobre a porcentagem de gordura na carne, foram constatadas reduções de 7,3 e 12,4% no teor de gordura no músculo de suínos, à medida que aumentou o nível de lisina na dieta de 0,90% para 1,0% e 1,1%, respectivamente.

Em consonância com os resultados encontrados, UNRUH et al. (1996) também não evidenciaram efeito ($P > 0,05$) de níveis de lisina na dieta (0,90/0,75 vs. 0,70/0,55) de fêmeas suínas do tipo carne, abatidas aos 127 kg de peso vivo, sobre o teor de gordura intramuscular no músculo *Longissimus dorsi*.

Já CANDEK-POTOKAR et al. (1998) e WITTE et al. (2000) reportaram que os animais submetidos a níveis protéicos reduzidos na ração apresentaram teor mais elevado de gordura intramuscular ($P < 0,001$ e $P < 0,05$,

respectivamente). No entanto, NOLD et al. (1999), comparando os resultados de todos os sexos avaliados, verificaram, nos animais abatidos aos 110 kg de peso vivo, que níveis protéicos mais elevados na dieta geraram ($P < 0,05$) músculos com valores de gordura intramuscular mais baixos, o que contradiz os dados desses parâmetros apresentados na Tabela 4.

DEVOL et al. (1988) sugeriram um nível de 2,5 a 3,0% de gordura intramuscular como ideal para ótima maciez da carne suína, em razão de seu efeito sobre a suculência e o sabor da carne pronta para consumo. Entretanto, segundo SEBRANEK e JUDGE (1990), um mínimo de 4% de gordura intramuscular no músculo é necessário para um alto nível de palatabilidade dos cortes de carne suína. Admitindo esses efeitos da gordura intramuscular sobre a qualidade da carne, bem como os níveis mínimos para obter essa qualidade, eles verificaram que os animais experimentais ainda não apresentavam os níveis mínimos (entre 1,54% e 1,70%) de gordura intramuscular para obtenção de uma palatabilidade ideal da carne. Isso indica que as fêmeas suínas de mesma carga genética que as utilizadas no presente experimento poderiam/deveriam ser abatidas com peso superior a 115 kg ou ser alimentadas com níveis menores de lisina na dieta, para fornecimento de uma carne de melhor qualidade sensorial.

A ausência de efeito do nível de lisina e do peso ao abate sobre a maciez objetiva da carne (*Longissimus dorsi*) é consistente com os resultados de CANDEK-POTOKAR et al. (1998), UNRUH et al. (1996), BEATTIE et al. (1999) e WITTE et al. (2000).

4.2.2. Composição em ácidos graxos da gordura

Os valores médios da composição em ácidos graxos nos depósitos de gordura intramuscular e de cobertura do músculo *Longissimus dorsi*, em razão dos níveis de lisina administrada na dieta e do peso ao abate dos animais, encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores médios das relações entre os teores de ácidos graxos saturados e insaturados e oléicos/linoléicos nos depósitos de gordura intramuscular e de cobertura do músculo *Longissimus dorsi*, nos diferentes pesos e níveis de lisina

Variável	Níveis de Lisina (%)	Peso (kg)	EFEITO
----------	----------------------	-----------	--------

DEPENDENTE	0,8	0,9	1,0	1,1	95	105	115	NL	P	NLxP
Gordura Intramuscular										
SAT:INSAT	0,54	0,51	0,67	0,61	0,58	0,51	0,63	n.s.	n.s.	n.s.
O:L	2,19	1,79	2,34	1,84	2,16	1,99	1,91	**	**	Q/L
Ácido linoléico	16,67	19,53	15,63	17,10	16,20	17,09	18,66	**	**	Q/L
Gordura Subcutânea										
SAT:INSAT	0,58	0,53	0,67	0,76	0,63	0,52	0,76	**	**	Q/L
O:L	2,23	1,49	1,74	1,59	1,70	1,68	1,84	**	**	Q
Ácido linoléico	17,02	23,37	20,14	20,79	20,60	27,63	17,16	**	**	Q

NL – Nível de lisina, P – Peso vivo ao abate, NLxP – Interação nível de lisina e peso ao abate, SAT:INSAT – Relação dos ácidos graxos saturados e ácidos graxos insaturados e O:L – Relação dos ácidos oléico e linoléico.

** - Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; e n.s. - Não-significativo.

Q – Quadrático e Q/L – Quadrático e linear.

4.2.2.1. Gordura intramuscular

À exceção da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados (SAT:INSAT) avaliada na gordura intramuscular, foi observado interação entre os valores de lisina da dieta e o peso de abate dos suínos nos demais parâmetros avaliados na gordura intramuscular e subcutânea do músculo *Longissimus dorsi* dos animais experimentais (Tabela 6).

Tabela 6 – Comparação, entre animais abatidos com diferentes pesos, dos valores médios da relação oléico/linoléico e do teor de ácido linoléico (C18:2) na gordura intramuscular

VARIÁVEL	PESO (KG)	NÍVEIS DE LISINA (%)			
		0.80	0.90	1.00	1.10

OLÉICO/LINOLÉIC	95	1,77 ^c	1,97 ^a	2,82 ^a	2,10 ^a
	105	2,14 ^b	2,03 ^a	2,19 ^b	1,71 ^b
	115	2,65 ^a	1,37 ^b	1,90 ^c	1,72 ^b
ÁCIDO LINOLÉICO	95	18,87 ^a	16,71 ^b	13,98 ^b	15,26 ^b
	105	15,34 ^b	18,16 ^b	15,65 ^{ab}	18,25 ^a
	115	15,81 ^b	23,73 ^a	17,28 ^a	17,80 ^a

a, b, c Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem, significativamente, pelo teste de Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Os tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) a relação SAT:INSAT na gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*, cujo valor médio correspondeu a 0,59. Este valor foi bastante semelhante aos de 0,62 a 0,64 apresentados por RHEE (1992) para a gordura intramuscular de carne suína. Com esses resultados, pode-se inferir que tais fatores não influenciaram a qualidade da gordura da carne, quer do ponto de vista nutricional, quer do ponto de vista tecnológico.

HUERTA-LEIDENZ et al. (1996) e HECKER et al. (1975) verificaram diminuição significativa naquela relação em bovinos com o aumento da idade dos animais, relacionando tal resultado à elevação na atividade da enzima ácido graxo desaturase, especialmente nas idades mais precoces (após desmama). Essas observações contradizem a tendência observada nos suínos.

O aumento na concentração de ácido linoléico com o incremento de peso, verificado nos suínos submetidos a níveis de lisina na dieta de 0,90% ou mais, diverge daquele reportado por HECKER et al. (1975) em bovinos. Segundo esses autores, a diminuição na concentração de ácidos graxos polinsaturados (PUFAS) na gordura intramuscular de bovinos se deve ao fato de estes, especialmente o C18:2, estarem mais associados aos fosfolipídios, enquanto os monoinsaturados (MUFAS) estão associados aos lipídios neutros. Assim como durante a engorda há aumento considerável nos lipídios neutros enquanto os fosfolipídios praticamente não se alteram, isso provoca aumento em MUFAS, como o C18:1, e diminuição de PUFAS, como o C18:2, com a elevação do peso dos animais.

Na Tabela 6, mostra-se, ainda, que as relações O/L encontradas (1,37 a 2,82) e as concentrações de ácido linoléico (13,98 a 23,73%) discordam das médias (O/L = 4,71 e L = 9,66%) reportadas por RHEE (1992) para a gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de suínos. Entretanto, não divergem muito daquelas (O/L = 2,82 e L = 13,4%) apresentadas por Austin et al. (1964), citados por SCHWEIGERT et al. (1994). Isso se deve, provavelmente, a divergências de fatores como sexo, dieta, carga genética e fatores ambientais, entre outros (RHEE, 1992).

Os níveis de lisina da dieta influenciaram, com comportamento diferente em cada peso ao abate, a relação entre os ácidos oléico e linoléico (O:L) na gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*. Assim, a relação O:L diminuiu ($P < 0,05$) de forma linear nos animais abatidos com 105 kg (Figura 11). Já nos animais abatidos aos 95 e 115 kg a relação O:L variou ($P < 0,05$) de forma quadrática, com pontos de máximo e mínimo, em ambos os casos aos 0,99% de lisina (Figuras 10 e 12).

O teor de ácido linoléico na gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* também foi influenciado pelo nível de lisina, com comportamento diferente segundo os diversos pesos ao abate. Assim, o teor de ácido linoléico aumentou ($P < 0,05$), de forma linear, nos animais abatidos aos 105 kg (Figura 14) e variou, de forma quadrática, nos animais abatidos aos 95 e 115 kg (Figuras 13 e 15), com pontos de mínimo e máximo, respectivamente, aos 1,03% e 0,95% de lisina na dieta.

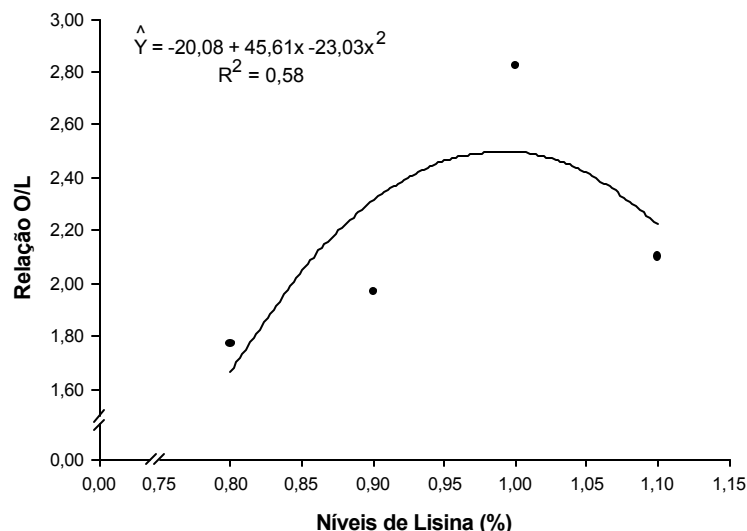


Figura 10 – Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg.

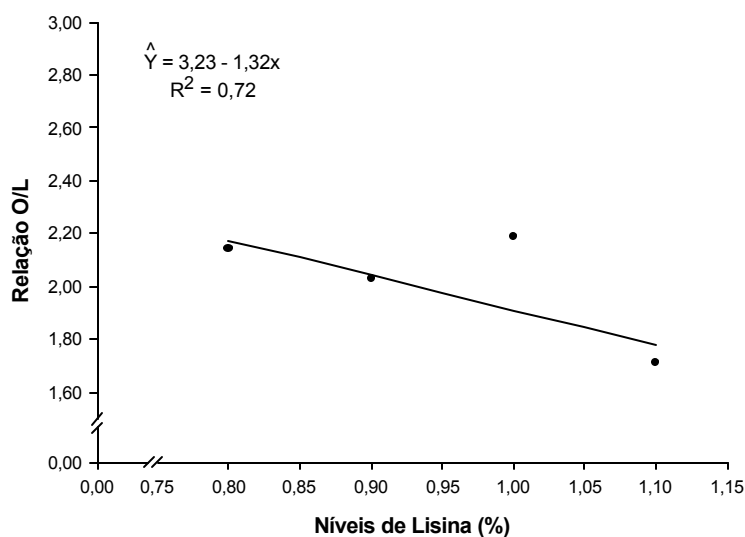


Figura 11 – Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg.

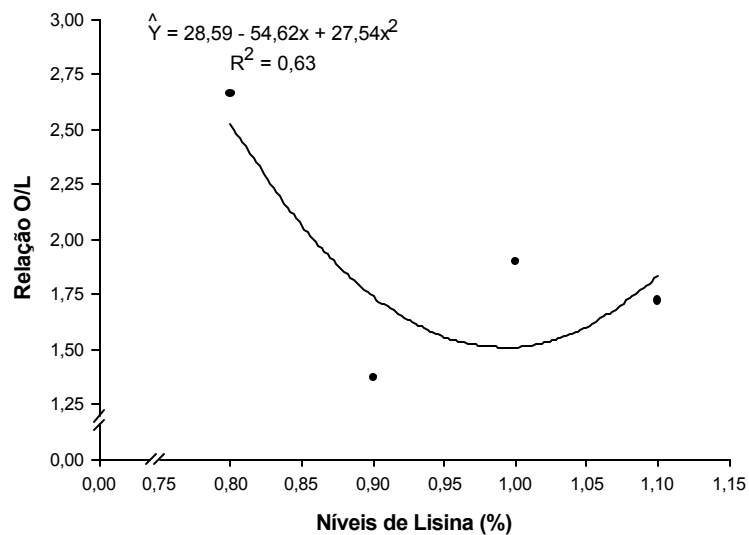


Figura 12 – Variação da relação oléico/linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg.

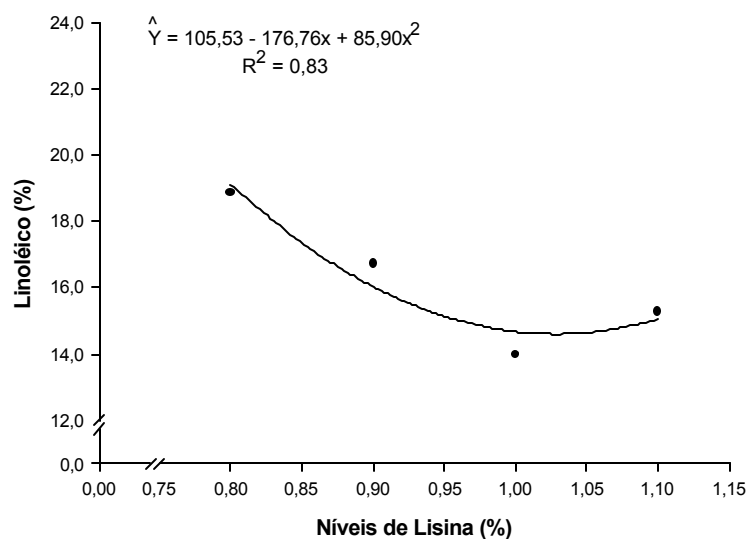


Figura 13 – Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg.

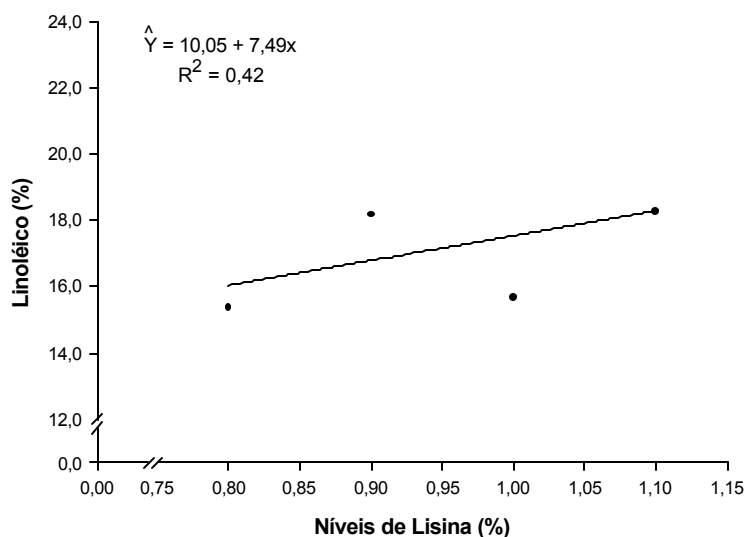


Figura 14 – Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg.

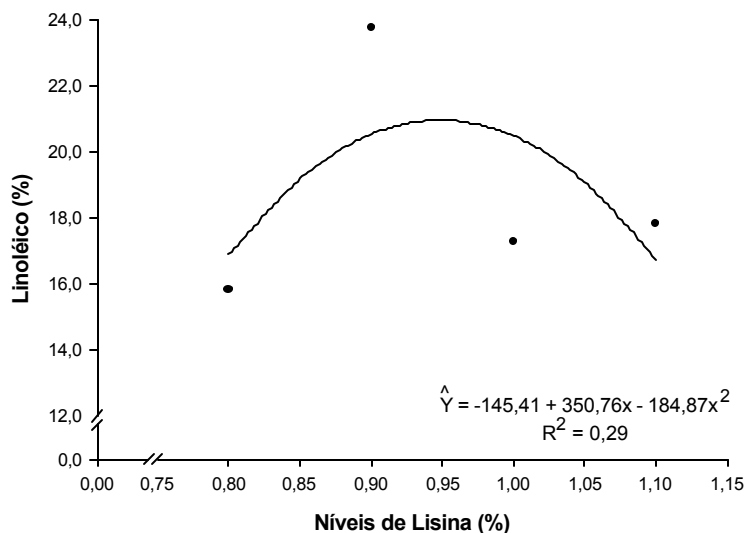


Figura 15 – Variação da concentração de ácido linoléico da gordura intramuscular, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg.

4.2.2.2. Gordura subcutânea

Os tratamentos, e sua interação, influenciaram ($P < 0,05$) a relação SAT:INSAT na gordura subcutânea, cujo valor médio correspondeu a 0,64. Esse valor é similar àquele apresentado por RHEE (1992) para a gordura subcutânea de suínos. Esse resultado indica que tais fatores influenciam a qualidade da gordura da carne, quer do ponto de vista nutricional, quer do ponto de vista tecnológico.

Ao analisar as gorduras insaturadas, notou-se que esses fatores também apresentaram efeito sobre a relação oléico/linoléico (O/L) e sobre a concentração de ácido linoléico (L) na gordura subcutânea, conforme discutido na Tabela 7 e nas Figuras 16 a 23.

Tabela 7 – Comparação, entre animais abatidos com diferentes pesos, dos valores médios da relação saturado/insaturado, da relação oléico/linoléico e do teor de ácido linoléico (C18:2) na gordura subcutânea

VARIÁVEL	PESO (KG)	NÍVEIS DE LISINA (%)			
		0,80	0,90	1,00	1,10
SATURADO/INSATURA	95	0,57 ^a	0,61 ^b	0,86 ^c	0,50 ^a
	105	0,66 ^b	0,45 ^a	0,47 ^a	0,52 ^a
	115	0,53 ^a	0,54 ^b	0,68 ^b	1,28 ^b
OLÉICO/LINOLÉICO	95	1,52 ^a	1,73 ^b	1,76 ^a	1,80 ^b
	105	2,65 ^b	1,17 ^a	1,59 ^a	1,32 ^a
	115	2,51 ^b	1,57 ^b	1,77 ^a	1,66 ^b
ÁCIDO LINOLÉICO	95	22,11 ^b	20,83 ^a	18,08 ^a	21,38 ^b
	105	13,81 ^a	29,76 ^b	28,61 ^b	26,37 ^c
	115	15,12 ^a	19,52 ^a	19,38 ^a	14,63 ^a

a, b e c Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem, significativamente, pelo teste de Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Na Tabela 7, verifica-se que não houve tendência clara de alteração na qualidade da gordura (S/I) com o aumento do peso dos animais ao abate. Assim, em cada nível de lisina, observou-se comportamento específico. Apenas no nível de lisina na dieta de 1,10%, a relação S/I aumentou ($P < 0,05$) aos 115 kg de peso vivo. No nível de lisina de 0,80%, a relação S/I foi máxima aos 105 kg, enquanto nos níveis de 0,90 e 1,00% essa relação foi mínima aos 105 kg de peso vivo.

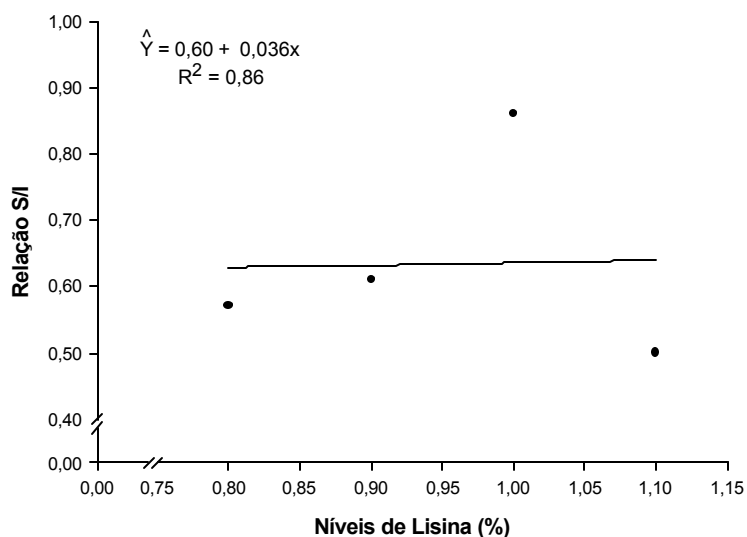
Com relação à concentração de ácido linoléico, verificou-se, em todos os níveis de lisina, tendência de concentração máxima aos 105 kg de peso vivo. A exceção ocorreu quando se administrou na dieta 0,80% de lisina. Nesse caso, a concentração de ácido linoléico foi máxima aos 95 kg de peso vivo. Os dados referentes à relação O/L refletem as alterações na concentração de ácido linoléico. Embora sem efeito significativo ($P > 0,05$) no nível de 1,00% de lisina administrada na dieta, as médias indicaram que, em cada nível de lisina, as relações oléico/linoléico eram maiores ($P < 0,05$) nos pesos em que a concentração de ácido linoléico era menor.

As conseqüências tecnológicas e nutricionais desses efeitos são óbvias e já foram abordadas quando se tratou da gordura intramuscular.

GARCIA-MACIÁS et al. (1996) verificaram ($P < 0,05$), com animais submetidos a uma dieta-padrão (não-especificada), diminuição na proporção dos ácidos palmítico e linoléico, com conseqüente aumento de ácido linoléico na gordura subcutânea de suínos machos castrados com aumento do peso ao abate.

Na Tabela 7, evidencia-se, ainda, que as relações O/L encontradas (1,32 a 2,64) e as concentrações de ácido linoléico (13,81 a 29,76%) estão, respectivamente, discordantes das médias reportadas por RHEE (1992) (O/L=4,53 e L=10,13%) para gordura subcutânea de suínos. Entretanto, não divergem tanto daquelas apresentadas por Austin et al. (1964), citados por SCHWEIGERT et al. (1994) (O/L = 3,14 e L = 13,5%).

Na Figura 16, observa-se que, em fêmeas de suínos abatidas aos 95 kg, a relação S/I na gordura subcutânea aumenta ($P > 0,05$) linearmente com o incremento do nível de lisina na dieta.



Figura

níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg.

Aos 105 kg (Figura 17), a relação S/I na gordura subcutânea apresentou ($P < 0,05$) efeito quadrático em razão dos níveis de lisina, com um ponto de mínimo de 0,98% de lisina administrada na dieta.

Aos 115 kg (Figura 18), na gordura subcutânea, a relação S/I aumentou ($P < 0,05$) linearmente com o nível de lisina na dieta.

Ao analisar o efeito dos níveis de lisina sobre a relação O/L, não se observou efeito significativo ($P > 0,05$) da regressão em animais abatidos aos 95 kg de peso vivo. Entretanto, em animais com este peso, o teor de ácido linoléico na gordura subcutânea apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) em razão dos níveis de lisina, com ponto de mínimo de 0,97% de lisina administrada na dieta.

Nos animais abatidos aos 105 kg e 115 kg de peso vivo, pela análise das Figuras 19 e 20, evidencia-se que a relação O/L da gordura subcutânea apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) em razão dos níveis de lisina, com ponto de mínimo, em ambos os pesos, com 1,0% de lisina na dieta, o que está de acordo com o comportamento do teor de ácido linoléico (Figuras 22 e 23), que apresentou, nos referidos pesos, ponto de máximo com administração na dieta de, respectivamente, 0,99 e 0,95% de lisina.

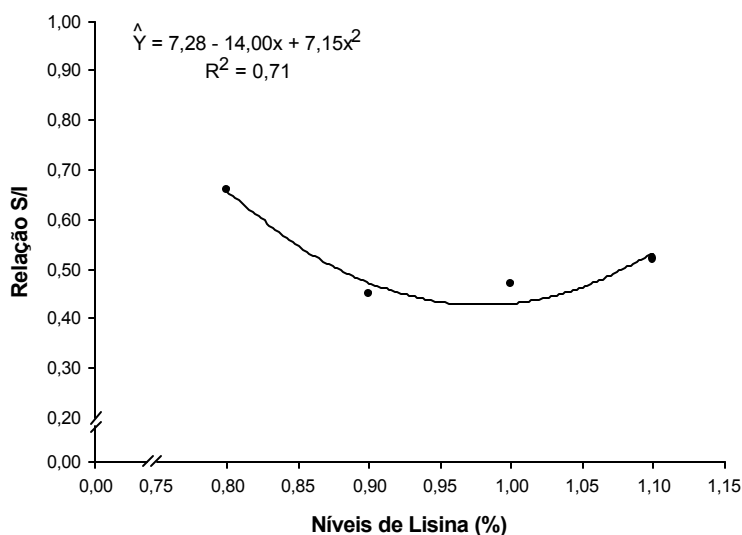


Figura 17 – Variação da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg.

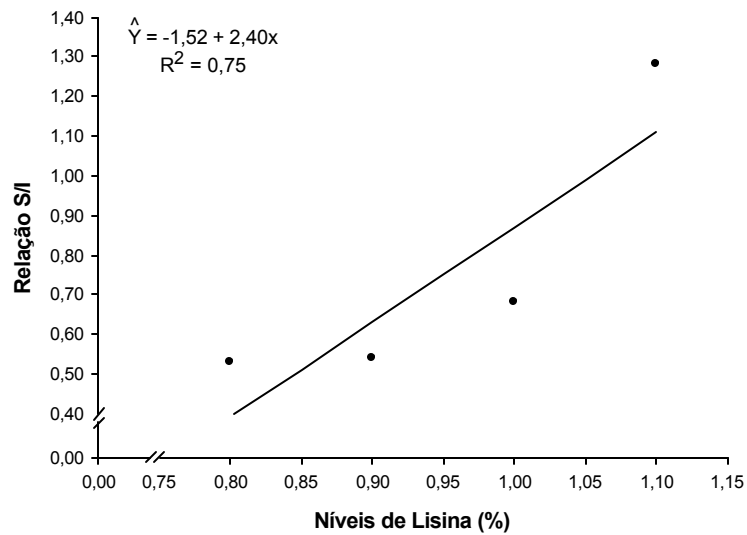


Figura 18 – Variação da relação entre ácidos graxos saturados e insaturados da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg.

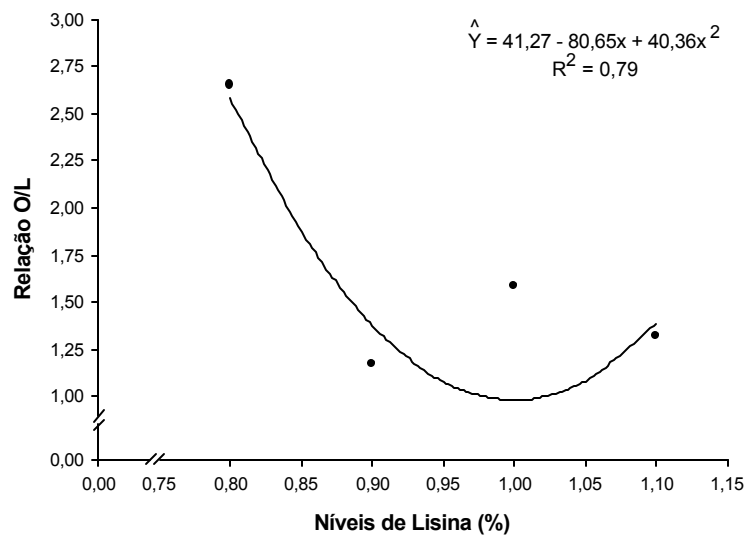


Figura 19 – Variação da relação oléico/linoléico da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg.

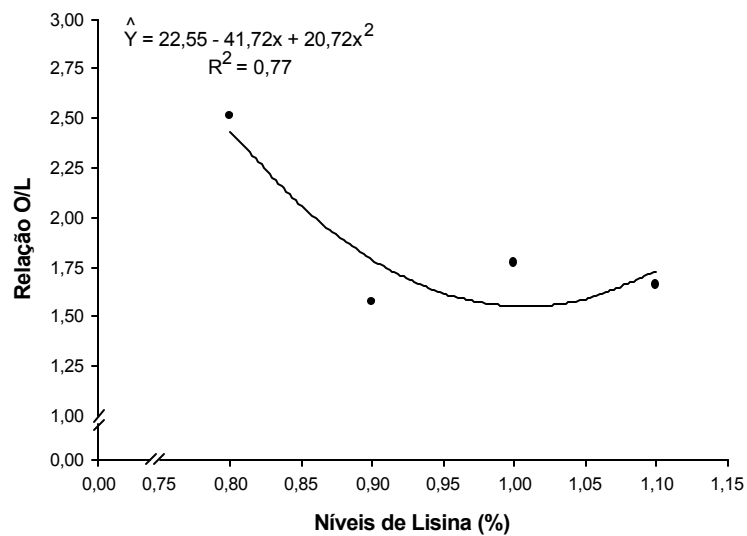


Figura 20 – Variação da relação oléico/linoléico da gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg.

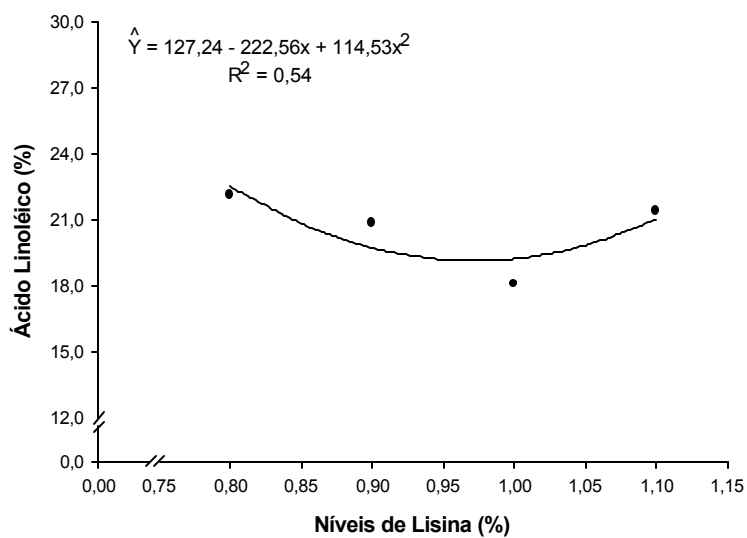


Figura 21 – Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina

administrada na dieta, dos animais abatidos aos 95 kg.

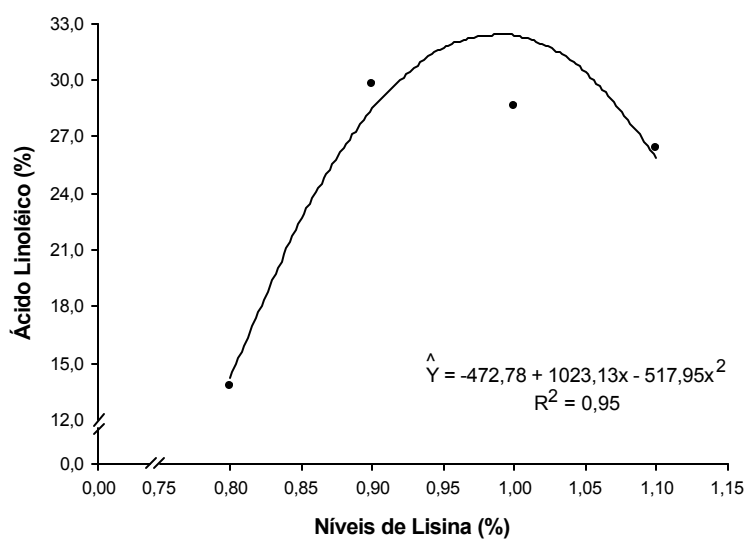


Figura 22 – Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 105 kg.

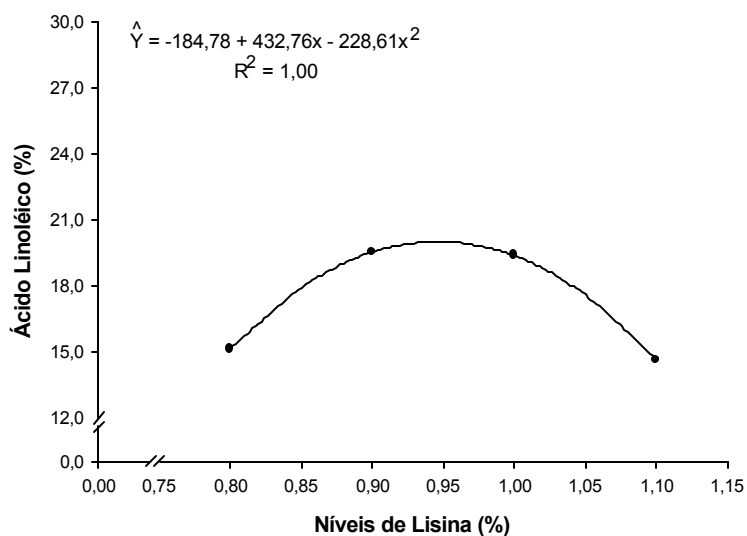


Figura 23 – Variação da concentração de ácido linoléico na gordura subcutânea, em função dos níveis de lisina administrada na dieta, dos animais abatidos aos 115 kg.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Avaliaram-se os efeitos dos níveis de lisina administrada na dieta (0,80; 0,90; 1,00; e 1,10%) e do peso ao abate (95, 105 e 115 kg) de fêmeas suínas sobre a composição e as características de qualidade da carne,

medida no músculo *Longissimus dorsi*, num total de 36 suínos comerciais (AGROCERES AGPIC 421) avaliados.

Constatou-se que nenhum dos fatores estudados afetou ($P > 0,05$) os seguintes índices avaliados para determinação da qualidade: pH_1 , pH_{24} , valor R e índices de cor (L^* , a^* e b^*), embora tenham influenciado ($P < 0,05$) o teor de mioglobina do músculo, que aumentou com o peso dos animais e com o nível de lisina na dieta.

Ao usar esses índices para avaliação/estratificação da qualidade da carne (PSE, RSE, Normal e DFD), verificou-se incidência elevada (cerca de 40%) da condição PSE nos animais experimentais. Entretanto, não foi possível estabelecer uma tendência na incidência da condição PSE, em razão dos fatores estudados, ao se utilizarem os diferentes índices e suas associações, conforme preconizado na literatura. Ademais, as incidências das diversas condições de qualidade de carne divergiram entre os vários métodos de classificação de qualidade preconizados na literatura, especialmente quando essa classificação se baseou exclusivamente no pH_{24} . Assim, evidenciou-se a necessidade de novas pesquisas para a correta identificação dos diferentes níveis de qualidade de carne. Entretanto, é preciso primeiro definir e estabelecer um critério para se estabelecer, bioquímica e fisiologicamente, cada um dos níveis de qualidade, especialmente a carne com características PSE.

Nenhum dos fatores estudados, ou sua interação, afetou ($P > 0,05$) a maciez da carne.

Nenhum dos fatores estudados afetou ($P > 0,05$) o teor de umidade da carne. O teor de proteína foi afetado ($P < 0,05$) pelo nível de lisina na dieta.

A relação entre os ácidos oléico e linoléico (O/L) e a concentração de ácido linoléico, tanto na gordura intramuscular quanto na subcutânea, foi afetada pelos fatores estudados e por suas interações. O mesmo ocorreu com a relação entre ácidos graxos saturados e insaturados (S/I) na gordura subcutânea. Entretanto, esses parâmetros variaram segundo cada interação, não se encontrando uma tendência definida. Já a relação S/I na gordura intramuscular não foi afetada por nenhum dos fatores ou por sua interação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROCERES PIC. Fatores relacionados à qualidade da carne suína. **Informativo Técnico**. 1996. 4 p.

AGROCERES PIC. Qualidade da carne suína. **Informativo Técnico**. 1997. 2 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 14. ed. Sidney Willians, Arlington, Virginia: [s.n.], 1984. 1141 p.

BEATTIE, V.E.; WEATHERUP, R.N.; MOSS, B.W.; WALKER, N. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Sci.**, v. 52, p. 205-211, 1999.

BECHTEL, P.J. **Muscle as food**. [S.l.]: Academic Press, Inc., 1986. 459 p.

BEERMANN, D.H. **Pork quality**: characteristics and control. [S.l.]: Pork Industry Group/National Live Stock and Meat Board, 1989. 12 p.

BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição, manejo nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, Foz do Iguaçu-PR, 1997. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p. 152-158.

BENDALL, J.R.; SWATLAND, H.J. A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. **Meat Sci.**, v. 24, p. 85-126, 1988.

BENDALL, J.R.; WISMER-PEDERSEN, J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. **J. Food Sci.**, v. 1, n. 1, 1961.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian J. Biochem Physiol.**, v. 37, p. 910-917, 1959.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTH, W.R. Changes in shear parameters of meat associated with structural changes produced by aging, cooking and myofibrillar contraction. **J. Food Sci.**, v. 40, p. 1122-1126, 1975.

BRAMELD, J.; SENSKY, P.; BUDD, T.; HARPER, J.; PARR, T.; WARD, R.; WRIGHT, M.; BARSLEY, R.; DAWSON, J.; SALTER, A.; BUTTERY, P. Protein and fat metabolism in muscle and adipose tissue – Its influence on meat quality. In: WISEMAN, J.; VARLEY, M.A.; CHADWICK, J.P. (Eds.). **Progress in pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1998. p. 443-460.

BRAUDE, R.; JILL TOWNSEND, M. A comparison of litter-mate pigs slaughtered at 200 and 260 lb. Live weight. **J. Agricultural Sci.**, v. 61, p. 209-220, 1963.

BUCK, S.F. A comparison of pigs slaughtered at three different weights. I. Carcass quality and performance. **J. Agriculture Sci.**, v. 60, n. 19, p. 19-25, 1963.

CAMERON, N.D.; ENSER, M.B. Fatty acid composition of lipid in *Longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. **Meat Science**, v. 29, p. 295-307, 1991.

CAMPABADAL, C.; NAVARRO, H. Importancia de la nutrición en la producción de canales magras de cerdo. **Asociación Americana de Soya**, Medellín – Colombia, p. 13-20, Jan./Mar. 1997.

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M. Effects of age and/or weight at slaughter on *longissimus dorsi* muscle; biochemical traits and sensory quality in pigs. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 287-300, 1998.

CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; BADIANI, A.; ROSA, P.; DELBONO, G. Objective measurements of pork quality: evaluation of various techniques. **Meat Science**, v. 34, p. 49-77, 1993.

COLE, D.J.A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M.A. **Principles of pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. 328 p.

CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D.; CRENSHAW, T.D.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; LEWIS, A.J.; MAHAN, D.C.; MILLER, E.R.; PETTIGRES, J.E.; TRIBBLE, L.F.; VEUM, T.L. The dietary protein and(or) lysine requirements of barrows and gilts. **J. Animal Sci.**, v. 71, p. 1510-1519, 1993.

CROSS, H. R.; DURLAND, P.R.; SEIDEMAN, S.C. Sensory qualities of meat. In: BECHTEL, P. J. **Muscle as food**. New York: Ed Academic Press, 1986. 459 p.

D'SOUZA, D.N.; DUNSHEA, F.R.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J. The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Sci.**, v. 50, n. 4, p. 429-437, 1998.

DAVENEL, A.; RIAUBLANC, A.; MARCHAL, P.; GANDEMER, G. Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. **Meat Sci.**, v. 51, p. 73-79, 1999.

DAVEY, C.L. Post-mortem chemical changes in muscle-meat aging. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v. 36, p. 108-115, 1983.

DAVIS, G.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; CROSS, H.R. Relations of quality indicators to palatability attributes of pork loins. **J. Anim. Sci.**, v. 41, n. 5, p. 1305-1313, 1995.

DEVOL, D. L., F. K.; MCKEITH, P. J.; BECHTEL, J.; NOVAKOFSKI, R. D. S; CARR, T. R. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. J. Animal Sci., v. 66, p. 385-395, 1988.

FACCIN, M. Tendências da suinocultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, Foz do Iguaçu-PR, 1997. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1997. p. 57-69.

FERNANDEZ, X.; FORSLID, A.; TORNBERG, E. The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork: interaction with ultimate pH. **Meat Sci.**, v. 37, p. 133-147, 1994.

FONTES, D.O.; DONZELE, J.L. Níveis de lisina para leitões com alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 60 aos 95 kg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, Foz do Iguaçu-PR, 1997. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: ABRATES, 1997. p. 341-342.

FONTES, P. R. **Estudo da estabilidade da cor do sangue tratado com monóxido de carbono**. Viçosa, MG: UFV, 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; UNRUH, J.A.; KROPF, D.H.; KERR, B.J. The effect of dietary lysine, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed from 72 to 136 kilograms. **J. Animal Sci.**, v. 73, p. 3392-3401, 1995.

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; UNRUH, J.A.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **J. Animal Sci.**, v. 72, p. 946-954, 1994.

GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVENS, D. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **J. Animal Sci.**, v. 63, p. 487-496, 1996.

GOERL, K.F.; EILERT, S.J.; MANDIGO, R.W. et al. Pork characteristics as affected by two populations of swine and six crude proteins levels. **J. Anim. Sci.**, v. 73, n. 12, p. 3621-3626, 1995.

GOMIDE, L.A.M. **Integration of production and postmortem technologies for improvement of USDA Select Grade Beef**. Purdue: Purdue University, 1992. Thesis (ph.D.).

GREASER, M.L. In: BECHTEL, P.J. **Muscle as food** [S.l.]: Academic Press, 1986. 459 p.

GREEF, K.H.; VERSTEGEN, M.W.A.; KEMP, B.; TOGT, P.L. van der. The effect of body weight and energy intake on the composition of deposited tissue in pigs. **Animal Prod.**, v. 58, p. 263-270, 1994.

HAHN, J.D.; BAKER, D.H. Optimum ratio to lysine of threonine, tryptophan, and sulfur amino acids for finishing swine. **J. Anim. Sci.**, v. 73, n. 2, p. 482-489, 1995.

HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine level for early-and late-finishing swine. **J. Anim. Sci.**, v. 73, n. 3, p. 773-784, 1995.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, London, n. 22, p. 475-476, 1986.

HECKER, A.L.; CRAMER, D.A.; HOUCRAW, D.F. Compositional and metabolic growth effects in the bovine. Muscle, subcutaneous and serum total fatty acids. **J. Food Sci.**, v. 40, p. 144-149, 1975.

HEDRICK, H.B.; PARRISH, F.C.; BAILEY JR., M.E. Effect of adrenaline stress on pork quality. **Meat Sci.**, p. 225-229, 1967.

HONIKEL, K. O.; FISCHER, C. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. **J. Food Sci.**, v. 42, n. 6, p. 1633-1636, 1977.

HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LUNT, D.K.; BAKER, J.F.; SMITH, S.B. Fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from male calves at different stages of growth. **J. Animal Sci.**, v. 74, p. 1256-1264, 1996.

HYUN, Y.; ELLIS, M.; RISKOWSKI, G.; JOHNSON, R.W. "Assessment of multiple concurrent stressor effects in swine", jul. 1997. Disponível em: <<http://www.nppc.org/Research/ResearchReport97TOC.html>> (02/07/1998).

IRGANG, R.; PROTAS, J.F.S. Peso ótimo de abate de suínos II. Resultados de carcaça. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 12, p. 1337-1345, 1986.

JOO, S.T.; KAUFFMAN, R.G.; KIM, B.C.; KIN, C.J. The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. **J. Muscle Foods**, v. 6, p. 211-226, 1995.

JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 2. ed. [S.l.]: Kendall/Hunt Publishing Company, 1989. 351 p.

KAUFFMAN, R.G.; BACKSTRÖM, L. Pork quality and the porcine stress syndrome. **American Association of Swine Practitioners**, p. 327-331, 1995.

KAUFFMAN, R.G.; WACHHOLZ, D.; HENDERSON, D.; LOCHNER, J.V. Shrinkage of PSE, normal and DFD hams during transit and processing. **J. Animal Sci.**, v. 46, n. 5, 1978.

LAWRIE, R.A. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1967. 380 p.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. 3. ed. [S.l.]: Worth Publishers, 2000. 1152 p.

MARTIN, A.H.; SATHER, A.P.; GREDEEN, H.T.; JOLLY, R.W. Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. **J. Animal Sci.**, v. 50, n. 4, p. 699-705, 1980.

McGILL, L.A. Consumer's viewpoints about meat tenderness. Beef, pork, turkey meat. ANN. RECIP. MEAT CONF., 34, Corvallis, 1981. **Proceedings...** Corvallis: [s.n.], 1981. p. 73-74.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requeriments of swine**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1988. 93 p.

NOLD, R.A.; ROMANS, J.R.; COSTELLO, W.J.; LIBAL, G.W. Characterization of muscles from boars, barrows, and gilts slaughtered at 100 or 110 kilograms: differences in fat, moisture, color, water-holding capacity, and collagen. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 1746-1754, 1999.

PEARSON, A.M.; TAUBER, F.W. **Processed meats**. 2. ed. [S.l.: s.n.t.], 1984. p. 58.

RHEE, K. S. Fatty acids in meat and meat products. In: RHEE, K. S. **Fatty acids in foods and their health implications**. [S.l.: s.n.t.], 1992. p. 65-93.

SCHIKEL, A.P.; WAGNER, J.R.; FORRES, J.C.; EINSTEIN, M.E. “Relationship of Alternative Measures of Pork Carcass Composition”, nov. 2000. Disponível em: <<http://www.ansc.purdue.edu/swine/swineday/sday00/psd19-2000.html>> (27/11/2000).

SCHWEIGERT, B.S. et al. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Trad. de Juan Luis de la Fuente. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. 581p.

SEBRANEK, J. G.; JUDGE, M. D. **Pork quality; pork industry handbook**. West Lafayette, Indiana: Purdue University Cooperative Extension Service, 1990. p. 1-3.

SILVEIRA, E. T. F. **Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína**. Campinas, SP: UNICAMP, 1997. 247 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

STRYER, L. **Biochemistry**. 3. ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1988. 1089 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema de análises estatísticas – SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2000. (Software).

UNRUH, J.A.; FRIENSE, K.G.; STUEWE, S.R.; DUNN, B.L.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D. The influence of genotype, sex, and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **J. Animal Sci.**, v. 74, p. 1274-1283, 1996.

USBORNE, W.R.; KEMP, J.D.; MOODY, W.G. **Effect of liveweight on quality proximate composition, certain protein components and free amino acids of porcine muscle**. [S.l.: s.n.t.], 1968.

van der WAL, P.G.; BOLINK, A.H.; MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Sci.**, v. 24, p. 79-84, 1998.

van der WAL, P.G.; ENGEL, B.; REIMER, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Sci.**, v. 53, p. 101-106, 1999.

van LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M.; EIKELBOOM, G.; PINHEIRO, J.C. Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? **Meat Sci.**, v. 38, p. 193-201, 1994.

WARRIS, P.D.; BROWN, S.N.; GADE, P.B.; SANTOS, C.; COSTA, L.N.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. Na analysis of data relation to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. **Meat. Sci.**, v. 49, n. 2, p. 137-144, 1998.

WITTE, D.P.; ELLIS, M.; McKEITH, F.K.; WILSON, E.R. Effect of dietary lysine level and environmental temperature during the finishing phase on the muscular fat content of pork. **J. Animal Sci.**, v. 78, p. 1272-1276, 2000.

WOOD, J.D.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. In: COLE, D.J.A. **Principles of pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. 472 p.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Tabela 1A – Resumo da análise de variância e respectivos coeficientes de variação dos índices de qualidade (pH₁, pH₂₄, valor R, indicador de cor L*, a* e b*, força de cisalhamento e percentual de mioglobina, proteína, umidade e lipídio) da carne de fêmeas suínas submetidas a dietas com diferentes níveis de lisina e abatidas em diferentes pesos vivos

		FV				C.V. (%)
		NL	P	NL x P	Resíduo	
GL		3	2	6	24	
	pH₁	0,1532 ^{ns}	0,0119 ^{ns}	0,0800 ^{ns}	0,1158	5,6600
	pH₂₄	0,1181 ^{ns}	0,1968 ^{ns}	0,0507 ^{ns}	0,0923	5,5730
	Valor R	0,0303 ^{ns}	0,0463 ^{ns}	0,0232 ^{ns}	0,0192	13,2820
	L*	18,1219 ^{ns}	5,2492 ^{ns}	12,9643 ^{ns}	7,8459	5,2860
	a*	1,6649 ^{ns}	2,0488 ^{ns}	0,9324 ^{ns}	1,3861	20,6470
QM	b*	0,8429 ^{ns}	0,5792 ^{ns}	0,6444 ^{ns}	1,2568	10,5270
	Força de					
	Cisalhamento	1200 ^{ns}	1232 ^{ns}	4848 ^{ns}	6460 ^{ns}	17,6110
	Mioglobina	0,0059*	0,0016*	0,000025 ^{ns}	0,000086	0,9790
						3,9500
	Proteína	3,0868*	1,5501 ^{ns}	1,1334 ^{ns}	1,0107 ^{ns}	
	Umidade	2,0050 ^{ns}	5,6454 ^{ns}	1,1661 ^{ns}	2,4239 ^{ns}	2,1850
	Lipídeo	0,0794 ^{ns}	0,1424 ^{ns}	0,5335*	0,1988 ^{ns}	26,6240

ns Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2A – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação dos teores de lipídio e de ácido linoléico (C18:2) e das relações entre ácidos graxos saturados e insaturados e entre os ácidos oléico e linoléico no músculo *Longissimus dorsi* em função do nível de lisina (NL) administrada na dieta, do peso ao abate (P) e da interação entre eles (NL x P)

		FV			
		NL	P	NL x P	Resíduo
GL		3	2	6	24
QM	Lipídio Total (%)	0,0794 ^{ns}	0,1424 ^{ns}	0,5335 [*]	0,1988
	Saturado/insaturado	0,0308 ^{ns}	0,0300 ^{ns}	0,0345 ^{ns}	0,0252
	Oléico/linoléico	0,4780 [*]	0,1945 [*]	0,5328 [*]	0,0071
	C18:2	21,0829 [*]	19,0531 [*]	16,1865 [*]	1,6778 [*]
		C.V. (%)			
		26,624			
		27,556			
		4,1630			
		2,6589			

Ns Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3A – Resumo da análise de variância e coeficientes de variação dos teores de lipídio e de ácido linoléico (C18:2) e das relações entre ácidos graxos saturados e insaturados e entre os ácidos oléico e linoléico no toucinho em função do nível de lisina (NL) administrada na dieta, do peso ao abate (P) e da interação entre eles (NL x P)

		FV			
		NL	P	NL x P	Resíduo
GL		3	2	6	24
QM	Lipídio total (%)	173,38 [*]	226,56 [*]	323,1663 [*]	50,5612
	Saturado/insaturado	0,5595 [*]	0,5823 [*]	0,8123 [*]	0,0120
	Oléico/linoléico	0,9607 [*]	0,1304 [*]	0,4840 [*]	0,0329
	C18:2	16,2843 [*]	13,8148 [*]	15,8314 [*]	0,6625
		C.V. (%)			
		11,756			
		11,521			
		10,278			
		5,3685			

ns Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

**TABELA 4A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%)
NAS AMOSTRAS DE CARNE DE SUÍNOS AOS 95 KG**

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C10:0					
C12:0	0,16	0,11			0,04
C14:0	0,71	0,98	0,69	0,89	0,14
C14:1	1,39				
C15:0		1,06	0,63	1,11	0,26
C16:0	21,85	23,45	25,02	24,31	1,37
C16:1	0,19	1,62	1,81	2,11	0,85
C17:0	1,48	0,18	0,38	0,45	0,58
C17:1	0,60	0,58	0,41	0,62	0,10
C18:0	11,33	11,13	11,10	9,43	0,88
C18:1 c	33,39	32,85	39,49	33,64	3,12
C18:2 tt	4,21	4,45	4,09	5,24	0,52
C18:2 c,c	18,87	16,71	13,98	16,02	2,02
C20:0	0,12				
C18:3			0,33		
C20:1	0,36	0,39	0,27	0,34	0,05
C18:3	0,44	0,36		0,30	0,07
C20:2	0,36	0,30	0,23	0,22	0,07
C22:0					
C20:3	0,31	0,38	0,16	0,29	0,09
C22:1					
C20:3			1,47		
C20:4	3,11	3,24		2,77	0,24
C22:2		0,51			
C24:1	0,35	0,43	0,19	0,30	0,10

**TABELA 5A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%)
NAS AMOSTRAS DE CARNE DE SUÍNOS AOS 105 KG**

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C10:0	0,27				
C12:0					
C14:0	0,64	0,39	1,06	0,68	0,28
C14:1					
C15:0	1,34	0,22	1,30	0,98	0,52
C16:0	14,41	23,63	23,63	20,42	4,35
C16:1	2,03	1,37	2,02	1,75	0,31
C17:0	0,54		0,59	0,45	0,07
C17:1	0,74		0,67	0,60	0,07
C18:0	11,10	10,49	10,69	10,18	0,39
C18:1 c	32,87	36,94	34,26	31,27	2,40
C18:2 tt	4,79	4,10	4,44	4,32	0,29
C18:2 c,c	15,34	18,16	15,65	18,25	1,57
C20:0	0,51	0,22			0,21
C18:3	0,12			0,36	0,17
C20:1	0,42	0,17	0,46	0,40	0,13
C18:3	0,30		0,33		0,02
C20:2	0,33	0,17	0,33	0,35	0,08
C22:0	0,12				
C20:3	0,49			0,25	0,17
C22:1	0,47	0,22			0,18
C20:3			0,31		
C20:4	4,05	3,19	2,27	3,31	0,73
C22:2		0,31		5,22	3,47
C24:1	0,56	0,20	0,41	0,44	0,15

**TABELA 6A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%)
NAS AMOSTRAS DE CARNE DE SUÍNOS AOS 115 KG**

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C10:0					
C12:0			0,16	0,56	0,28
C14:0	0,75	0,54	0,66		0,10
C14:1					
C15:0		0,93	1,11		0,13
C16:0	24,27	21,32	22,20	24,86	1,68
C16:1	1,17	1,60	1,87	0,71	0,51
C17:0		0,19	0,58	0,27	0,21
C17:1	0,12	0,32	0,55	0,44	0,18
C18:0	11,86	11,27	9,80	18,43	3,82
C18:1 c	42,00	37,91	32,53	32,72	4,55
C18:2 tt	2,19	4,88	4,45	2,65	1,32
C18:2 c,c	15,82	15,12	23,73	17,28	3,93
C20:0	0,12			0,18	0,04
C18:3	0,46	0,42			0,03
C20:1	0,55	0,41	0,37	0,26	0,12
C18:3		0,26	0,57	0,59	0,18
C20:2	0,41		0,35	0,41	0,03
C22:0		0,23	0,07		0,11
C20:3			0,40		
C22:1					
C20:3					
C20:4	0,12	3,14	4,24	1,49	1,81
C22:2		0,61			
C24:1		0,42	0,43	0,55	0,07

TABELA 7A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%) NAS AMOSTRAS DE TOUCINHO DE SUÍNOS AOS 95 KG

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C12:0					
C14:0	1,15	1,08	0,90	0,77	0,17
C14:1					
C16:0	23,60	25,22	28,65	21,66	2,96
C16:1	1,40	1,38	0,83	1,35	0,27
C17:0	0,33	0,26	0,22	0,45	0,10
C17:1	0,18	0,17		0,32	0,08
C18:0	11,10	11,08	21,24	10,45	5,19
C18:1 c	33,66	35,69	31,27	38,50	3,07
C18:2 tt	3,42	2,17	2,28	2,51	0,57
C18:2 c,c	22,11	20,83	13,59	21,38	3,96
C20:0	0,13	0,17	0,28	0,18	0,06
C18:3					
C20:1	0,41	0,35	0,39	0,58	0,10
C18:3	1,00	0,87	0,60	0,96	0,18
C20:2	0,59	0,45	0,36	0,66	0,14
C22:0					
C20:3	0,19				
C22:1			0,15	0,12	0,02
C20:3				0,16	
C20:4	0,21	0,19			0,01
C24:1	0,13		0,33		0,14

TABELA 8A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%) NAS AMOSTRAS DE TOUCINHO DE SUÍNOS AOS 105 KG

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C12:0					
C14:0	0,65	0,77	0,80	0,63	0,09
C14:1					
C16:0	22,81	19,99	19,46	21,85	1,57
C16:1	1,45	0,78	1,00	0,51	0,40
C17:0	0,15	0,38	0,34	0,38	0,11
C17:1		0,15	0,17	0,13	0,02
C18:0	14,55	9,43	11,34	10,96	2,15
C18:1 c	36,30	34,77	39,08	34,74	2,04
C18:2 tt	3,88	0,12	0,15	2,80	1,90
C18:2 c,c	13,81	29,76	24,29	26,37	6,88
C20:0	0,44	0,35	0,17	0,17	0,14
C18:3	0,53		0,55		0,01
C20:1	0,39		1,07	1,02	0,38
C18:3	0,59	1,26			0,47
C20:2		0,83	0,78	0,68	0,08
C22:0					
C20:3					
C22:1		0,12			
C20:3					
C20:4	1,34	0,25	0,29		0,62
C22:2	0,37	0,18			0,13
C24:1	0,54	0,14			0,28

**TABELA 9A – VALORES MÉDIOS DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (%)
NAS AMOSTRAS DE TOUCINHO DE SUÍNOS AOS 115 KG**

Ácido Graxo	TRATAMENTO				
	1	2	3	4	DP
C12:0					
C14:0	0,54	0,68	0,99	0,90	0,20
C14:1					
C15:0	0,93	1,62			
C16:0	21,32	21,08	25,82	31,17	4,75
C16:1	1,60	1,94	1,20	0,61	0,57
C17:0	0,19	0,78	0,18	0,34	0,28
C17:1	0,32	0,78			0,33
C18:0	11,27	10,46	12,79	23,72	6,18
C18:1 c	37,91	30,67	34,37	24,29	5,82
C18:2 tt	4,88	4,62	3,10	1,77	1,45
C18:2 c,c	15,12	19,52	19,38	14,63	2,65
C20:0			0,15	0,25	0,07
C18:3	0,42				
C20:1	0,41	0,40	0,39	0,25	0,07
C18:3	0,26	0,41		0,48	0,11
C20:2		0,40	0,46		0,04
C22:0	0,23			0,34	0,08
C20:3					

C22:1					
C20:3		0,30			
C20:4	3,14	4,13	0,16	0,33	2,00
C22:2	0,61	0,40		0,40	
C24:1	0,42	0,47			0,04

Figura 1A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 95 kg.

Figura 2A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 105 kg.

Figura 3A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura intramuscular de suínos aos 115 kg.

Figura 4A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura subcutânea de suínos aos 95 kg.

Figura 5A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de tempo de retenção da análise da gordura subcutânea de suínos aos 105 kg.

Figura 6A – Cromatograma-exemplo e respectivo quadro de retenção de tempo da análise da gordura subcutânea de suínos aos 115 kg.