

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

***ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO
RESFRIAMENTO E TEXTURA***

Autor/Médico Veterinário: Walfrido Kühl Svoboda

Orientador: Prof^a Dr^a Débora de Queiroz Tavares

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS
São Paulo - Brasil
-1998-

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

***ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO
RESFRIAMENTO E TEXTURA***

Autor/Médico Veterinário: Walfrido Kühn Svoboda

Orientador: Prof^{ma} Dr^a Débora de Queiroz Tavares

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por WALFRIDO KÜHL SVOBODA aprovada pela Comissão Julgadora em 13 de abril de 1998.

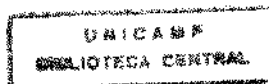
Campinas, 13 de abril de 1998.


Prof. Dra. DÉBORA DE QUEIROZ
TAVARES

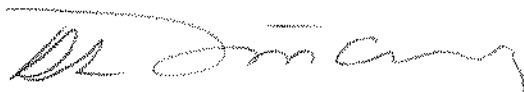
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS
São Paulo - Brasil
-1998-



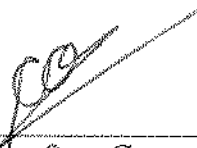
BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Débora de Queiroz Tavares
(Orientador)



Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
(Membro)



Drª Carmen Josefina Contreras Castillo
(Membro)

Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
(Membro)

Campinas, _____ de _____ de 1998.

GRANDES HOMENAGENS

A Deus,

*“Os que esperam no Senhor renovam
as suas forças, sobem com as asas
como águias, correm e não se cansam,
caminham e não se fatigam.”*

Obrigado por tudo Senhor...

Aos Meus Pais,

Ao meu Pai WENCESLAU e

À minha Mãe NOÊMIA,

*VOCÊS que deram-me a beleza
interior e deixaram-me reconhecer que
aquele que é sábio é o mais rico, e
aquele que é humilde, mais se
assemelha a Deus...*

Muitíssimo Obrigado,

*Obrigado Pai, Obrigado Mãe, por
todo apoio, carinho, compreensão e
dedicação despendidos durante toda a
minha existência...*

Com carinho de seu Filho.

HOMENAGEM ESPECIAL

***À Minha Orientadora de Tese e quase Mãe,
Profª Drª Débora de Queiroz Tavares,***

*Muitíssimo Obrigado pelo incentivo, apoio,
orientação, dedicação, preocupação e
carinho de mãe despendidos durante todo o
meu viver em Campinas...*

Muito Obrigado Professora Débora...

AOS ANIMAIS,

*Há quem diga que o poder pode ser conquistado...
Há quem diga que o poder é inerente ao próprio ser...
Mas para os animais o poder nada mais é do que o
simples ato de sobreviver...
A estes Seres que na sua simplicidade de viver
conquistam seu próprio mundo e, especialmente,
àqueles que ficaram no julgo dos homens...*

Todo meu Respeito e Dedicção.

AOS MOMENTOS DIFÍCEIS,

*Os momentos mais esplêndidos da vida não são
somente os de êxito, mas sim aqueles que saímos do
desânimo e do desespero e sentimos emergir de dentro
de nós o maior dos desafios: a vida é a promessa de
futuras realizações!!!*

À VIDA,

*A vida é,
Muito mais que realizações pessoais,
Muito mais que conquistas materiais,
Muito mais que o “poder” dos homens,
A vida, para mim, é o êxtase de poder amar e ser
amado, de poder estar próximo de quem amamos e de
poder compartilhar os momentos divinos da
maravilhosa simplicidade de viver que Deus nos deu...*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência e perseverança.

Aos meus Pais Wenceslau e Noêmia e as minhas irmãs Noeli e Rosimeri pela dedicação, apoio e carinho despendidos durante todo o meu evoluir.

À Prof^a Dr^a Débora de Queiroz Tavares pela valiosa oportunidade, orientação, dedicação, incentivo e apoio dados a este trabalho. Gostaria, ainda, agradecer pela paciência e compreensão dadas a minha pessoa durante o último ano de nossa jornada e principalmente pela amizade e carinho de mãe.

À Técnica de Laboratório Sr^a Yara Fagnani Honório pela incansável ajuda e colaboração dadas antes, durante e depois da fase experimental do presente trabalho.

Ao Prof^o Dr^o Pedro Eduardo de Felício pelos valiosos comentários e sugestões antes e durante a fase de correção da tese, além da amizade e apoio profissional.

À Pesquisadora Científica Dr^a Carmen Contreras Castillo pelos preciosos comentários e sugestões durante a fase de correção da tese, além da amizade e apoio.

Ao Prof^o Dr^o Roberto de Oliveira Roça pela participação e correção da tese.

Ao CNPQ pelo auxílio financeiro e bolsa de estudo concedida, sem os quais este trabalho não poderia ser realizado.

À Estatística e quase Dr^a Nilda Doris Montes Villanueva pelo apoio técnico-estatístico dado a este trabalho, fazendo com que os dados estatísticos se transformassem na maravilhosa apresentação final do trabalho. Gostaria, ainda, agradecer pela oportunidade de poder conhecer uma amiga.

Aos Bolsistas de Iniciação Científica Rita Margarete Donato e Günther Ewald Boss pela dedicação, apoio técnico-científico e amizade fundada durante a realização deste trabalho.

Gostaria de agradecer a todos os Professores, Técnicos e Funcionários de todos os Departamentos, Laboratórios e Secretarias da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) que estiveram ligados direta ou indiretamente neste trabalho.

Gostaria de agradecer a todos os Pesquisadores, Técnicos e Funcionários do Centro de Tecnologia da Carne (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos pela compreensão, apoio, ajuda e colaboração durante a realização deste trabalho. Agradecimentos especiais aos Pesquisadores Científicos Manuel Pinto Neto, Expedito Tadeu Filho e Andrea Gomes Vianna que não hesitaram de forma alguma quanto ao apoio material e técnico do CTC para a realização do presente trabalho.

Aos meus amigos e companheiros Andrea Gomes Vianna e Marcelo Scharlack Corrêa pelo apoio, incentivo, dedicação, luta e momentos felizes que tivemos durante o meu viver em Campinas, mesmo antes do convívio do lar quando éramos apenas amigos e colegas de profissão. Bons tempos...

A todos os meus amigos e colegas da UNICAMP que conviveram comigo e contribuíram de alguma forma com meu evoluir e cujos nomes encheriam uma página. Valeu moçada...

Aos meus amigos e agora casal Rodrigo H. Granja e Érica Granja que nos momentos mais difíceis de UNICAMP sempre me apoiaram e deram maior força para a realização deste trabalho.

A todos os meus parentes (tios, tias, primos e primas) de Campinas que sempre me apoiaram e me deram maior força para a conclusão deste trabalho. Em especial às minhas tias Ana Maria (Anita), Jael e Frida por todo carinho, dedicação e paciência durante meus períodos mais difíceis.

A nossa secretária do lar Fátima e sua filha Fabrícia (Tuta) pelos momentos de felicidade e harmonia que vivemos juntos em Campinas. Bons tempos...

Ao meu amigo e companheiro Prof^o Marcos Mendes Marthos Gasperoni pelo grande apoio, compreensão e correção gramatical e ortográfica deste trabalho.

Ao meu amigo Fernando Antônio Zaike pelo grande apoio e incentivos iniciais desta grande jornada e pelos préstimos na área de tradução.

Ao casal de amigos Marcelo M. Fanha e Júlia Fanha pelo companheirismo e pelos valiosos préstimos na área de informática.

A todos aqueles que estiveram ligados direta ou indiretamente com o meu evoluir...

MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

• RESUMO	xvii
• SUMMARY	xix
1- INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 - SÍNDROME DO ESTRESSE SUÍNO OU "PORCINE STRESS SYNDROME"(PSS).....	5
2.2 - DIAGNÓSTICO PARA A SÍNDROME DO ESTRESSE SUÍNO:	7
2.3 - MEDIDA DE pH	10
2.4 - TEMPERATURA: EFEITO DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO SOBRE A CARNE SUÍNA	13
2.5 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	14
2.6 - COR.....	15
2.7 - TEXTURA (MACIEZ)	17
2.7.1 - O PROCESSO DE AMACIAMENTO (TENDERIZAÇÃO) DA CARNE:	18
2.7.2 - ENCURTAMENTO PELO FRIO ("COLD-SHORTENING").....	21
2.7.3 - ENCURTAMENTO PELO DESCONGELAMENTO ("THAW-SHORTENING") OU CONTRAÇÃO PELO DESCONGELAMENTO ("THAW CONTRACTURE") OU RIGOR DE DESCONGELAMENTO ("THAW-RIGOR").....	23
2.7.4 - UTILIZAÇÃO DO APARELHO WARNER-BRATZLER (WBS)	24
2.7.5 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM)	26
2.7.6 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS)	28
2.8 - RESUMO (COMPILAÇÃO) DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CARNE SUÍNA PSE.....	31
3 - OBJETIVOS.....	33
4 - MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 - LOCAL E PERÍODO.....	34
4.2 - ANIMAIS.....	34
4.3 - AMOSTRAGEM.....	35
4.4 - TRATAMENTOS.....	36
4.4.1 – PROCESSO DE ABATE – DESOSSA CONVENCIONAL	37
4.4.2 – PROCESSO DE ABATE – DESOSSA À QUENTE.....	38
4.5 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	39
4.5.1 - pH E TEMPERATURA	39
4.5.2 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	39
4.5.2.1 - AVALIAÇÃO DA CRA PELO MÉTODO DE PRENSAGEM EM PAPEL FILTRO PROPOSTO POR GRAU & HAMM (1953,1957)	40

4.5.2.2 - AVALIAÇÃO DA CRA PELO MÉTODO DA GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES PROPOSTO POR XIONG & BREKKE (1989) COM MODIFICAÇÕES.....	40
4.5.3 - COR.....	41
4.5.4 - TEXTURA / MACIEZ.....	41
4.5.4.1 - FORÇA DE CISALHAMENTO POR WARNER-BRATZLER SHEAR (WBS).....	41
4.5.4.2 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM).....	42
• Material utilizado:	42
⇒ Equipamentos:	42
⇒ Reagentes:.....	42
⇒ Vidraria:	43
⇒ Outros:.....	43
• Procedimentos:	44
⇒ Amostragem:.....	44
⇒ Homogenização:.....	44
⇒ Peneiragem:	45
⇒ Pesagem e Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM):	45
⇒ Centrifugação do Material Filtrado:.....	45
4.5.4.3 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS).....	46
• Material utilizado:	46
⇒ Equipamentos:	46
⇒ Vidraria:	46
• Suspensão miofibrilar:	46
• Preparação do microscópio para contraste de fase:.....	47
• Procedimento para a análise microscópica das miofibrilas:.....	47
• Procedimento para medição dos sarcômeros:.....	47
4.6 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	48
4.6.1 – ESQUEMA DA CONDUÇÃO EXPERIMENTAL.....	49
4.6.2 – ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
4.6.3 – PROGRAMA ESTATÍSTICO UTILIZADO.....	50
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1 - TEMPERATURA.....	51
5.2 - MEDIDA DE pH	53
5.2.1 - INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E TEMPOS SOBRE OS VALORES DE pH.....	57
5.2.2 - INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E MÚSCULOS SOBRE OS VALORES DE pH.....	59
5.3 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).....	61

5.3.1 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (CRA PM).....	61
5.3.2 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P).....	63
5.4 - COR.....	69
5.4.1 - TEOR DE AMARELO (b DE HUNTER).....	70
5.4.2 - TEOR DE LUMINOSIDADE (L DE HUNTER).....	75
5.4.3 - TEOR DE VERMELHO (a DE HUNTER).....	79
5.4.4 - FINALIZANDO A DISCUSSÃO SOBRE COR.....	84
5.5 - TEXTURA.....	86
5.5.1 - FORÇA DE CISALHAMENTO (WARNER-BRATZLER SHEAR FORCE).....	87
5.5.2 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM).....	92
5.5.3 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS).....	98
5.5.4 - TEXTURA x COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (ASPECTOS ESTRUTURAIS).....	105
6 - CONCLUSÕES	111
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS.....	126

FIGURAS ILUSTRATIVAS

(sumário)

	pg.
• FIGURA 1 - GRÁFICOS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E MÚSCULO PARA VERIFICAR: TEMPERATURA (°C) versus pH	51
• FIGURA 2 - GRÁFICO DA INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E TEMPOS PARA OS VALORES DE pH	57
• FIGURA 3A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE pH	58
• FIGURA 3B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE pH	58
• FIGURA 4 - GRÁFICO DA INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E MÚSCULOS PARA VALORES DE pH	59
• FIGURA 5A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR MÚSCULO E TRATAMENTO PARA: VALORES DE pH	60
• FIGURA 5B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR MÚSCULO E TRATAMENTO PARA: VALORES DE pH	60
• FIGURA 6A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES - CRA PM (%)	63
• FIGURA 6B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES - CRA PM (%)	63
• FIGURA 7A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE (TRAT.1,2 E 3) E NÃO PSE (TRAT.4)	66
• FIGURA 7B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE (TRAT.1,2 E 3) E NÃO PSE (TRAT.4)	66
• FIGURA 8 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DOS RESULTADOS DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	67
• FIGURA 9 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DOS RESULTADOS DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES-CRA PM (%) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	67
• FIGURA 10 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: CRA POR PRENSAGEM (CRA P) versus CRA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (CRA PM) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	68

•FIGURA 11A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	71
•FIGURA 11B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	71
•FIGURA 12A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	72
•FIGURA 12B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	72
•FIGURA 13A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	76
•FIGURA 13B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	76
•FIGURA 14A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	77
•FIGURA 14B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	77
•FIGURA 15A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	82
•FIGURA 15B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> 24h post mortem	82
•FIGURA 16A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	83
•FIGURA 16B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> 24h post mortem	83
•FIGURA 17 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: CRA POR PRENSAGEM (CRA P) versus LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	85
•FIGURA 18 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: CRA POR PRENSAGEM (CRA P) versus TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	85
•FIGURA 19 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: CRA POR PRENSAGEM (CRA P) versus TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	86

	pg.
• FIGURA 20A – HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE FORÇA DE CISALHAMENTO WARNER-BRATZLER SHEAR (WBS) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> 8 DIAS <i>post mortem</i>	91
• FIGURA 20B – GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO PARA: VALORES DE FORÇA DE CISALHAMENTO WARNER-BRATZLER SHEAR (WBS) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> 8 DIAS <i>post mortem</i>	91
• FIGURA 21 - GRÁFICO DE MÉDIAS DE IFM ÚMIDO (IFM U) EM RELAÇÃO AOS TEMPOS DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE (TRAT.1,2 E 3)	93
• FIGURA 22 - GRÁFICO DE MÉDIAS DE IFM ÚMIDO (IFM U) EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS DOS <i>M. longissimus dorsi</i> DE TODOS ANIMAIS	95
• FIGURA 23 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: IFM ÚMIDO (IFM U) versus IFM SECO (IFM S) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	96
• FIGURA 24A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> 8 DIAS <i>post mortem</i>	100
• FIGURA 24B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> 8 DIAS <i>post mortem</i>	100
• FIGURA 25 - GRÁFICO DE MÉDIAS DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS	102
• FIGURA 26 - GRÁFICO DA INTERAÇÃO ENTRE ABATE E TEMPO PARA OS VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm)	103
• FIGURA 27 - GRÁFICO DE CORRELAÇÃO ENTRE: COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) versus pH DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	105

TABELAS ILUSTRATIVAS

(sumário)

	pg.
•TABELA 1 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES TEMPERATURA (°C)	52
•TABELA 2 - Médias e desvios padrões dos valores de temperatura (°C) avaliados em 1 e 24h <i>post mortem</i> nos <i>M. longissimus dorsi</i> e <i>M. semimembranosus</i> em função dos tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C)	53
•TABELA 3 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE pH	55
•TABELA 4 - Médias e desvios padrões dos valores de pH avaliados em 1 e 24h <i>post mortem</i> nos <i>M. longissimus dorsi</i> e <i>M. semimembranosus</i> em função dos tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C)	56
•TABELA 5 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (%) (CRA PM)	62
•TABELA 6 - Médias e desvios padrões dos valores de Capacidade de Retenção de Água por Geleificação das Proteínas Miofibrilares (%) (CRA PM) avaliada 24h <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> em função dos tratamentos aplicados	62
•TABELA 7 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	64
•TABELA 8 - Médias e desvios padrões dos valores de Capacidade de Retenção de Água por Prensagem (CRA P) avaliada 24h <i>post mortem</i> no <i>M. semimembranosus</i> em função dos tratamentos aplicados	65
•TABELA 9 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À COR (pH, TEMPERATURA, COR L, COR a, COR b, CRA P E CRA PM)	69
•TABELA 10 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	73
•TABELA 11 - Médias e desvios padrões dos valores da composição da cor (L, a, b de Hunter) avaliada 24h <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> e <i>M. semimembranosus</i> em função dos tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C) – controle	74
•TABELA 12 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	74
•TABELA 13 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	79

	pg.
•TABELA 14 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	79
•TABELA 15 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	81
•TABELA 16 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS <i>M. semimembranosus</i> PSE	81
•TABELA 17 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE FORÇA DE CISALHAMENTO (WBS) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	88
•TABELA 18 - Médias e desvios padrões dos valores de Força de Cisalhamento ("Warner-Bratzler Shear Force" - WBS) avaliada 8 dias <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> em função dos tratamentos aplicados	89
•TABELA 19 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA	90
•TABELA 20 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE IFM ÚMIDO DOS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE	93
•TABELA 21 - Médias e desvios padrões dos valores de Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) avaliado 1 dia (24h) e 8 dias <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> PSE (Tratamentos 1, 2 e 3)	94
•TABELA 22 - Médias e desvios padrões dos valores de Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) avaliado 1 dia (24h) e 8 dias <i>post mortem</i> no <i>M. longissimus dorsi</i> em função dos tratamentos aplicados	94
•TABELA 23 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA APENAS DAS CARNES PSE	97
•TABELA 24 - CORRELAÇÕES ENTRE AS TÉCNICAS DE TEXTURA	98
•TABELA 25 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) DOS <i>M. longissimus dorsi</i> EM FUNÇÃO DOS TEMPOS DE ANÁLISE E TRATAMENTOS	101
•TABELA 26 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO-CS (μm) EM FUNÇÃO DOS ABATES E TEMPOS DE ANÁLISE DOS <i>M. longissimus dorsi</i>	103
•TABELA 27 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA	104

FOTOMICROGRAFIAS ILUSTRATIVAS

(sumário)

	pg.
•FOTOMICROGRAFIA 1 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376X) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100X) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (<i>M. longissimus dorsi</i>) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADAS 24 HORAS <i>post mortem</i> (CS=2,1785µm; IFMS=599,12 e WBS=não realizado)	107
•FOTOMICROGRAFIA 2 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376X) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100X) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (<i>M. longissimus dorsi</i>) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADAS 24 HORAS <i>post mortem</i> (CS=2,3809µm; IFMS=475,08 e WBS=não realizado)	108
•FOTOMICROGRAFIA 3 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376X) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100X) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (<i>M. longissimus dorsi</i>) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADAS 8 DIAS <i>post mortem</i> (CS=2,5000µm; IFMS=367,54 e WBS=4,469kg)	109
•FOTOMICROGRAFIA 4 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376X) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100X) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (<i>M. longissimus dorsi</i>) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADAS 8 DIAS <i>post mortem</i> (CS=2,6020µm; IFMS=367,54 e WBS=5,447kg)	110

TABELAS DE DADOS EXPERIMENTAIS

(sumário)

	pg.
• TABELA A - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH E TEMPERATURA	127
• TABELA B - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMPERATURA, COR (L,a,b), CRAPM, CS, IFMU E IFMS	129
• TABELA C - DADOS EXPERIMENTAIS DE TEXTURA (CS, IFMU, IFMS E WBS)	130
• TABELA D - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMPERATURA, COR (L,a,b), CRAP E CRAPM	132
• TABELA E - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMPERATURA, COR (L,a,b), CRAPM, CS, IFMU E IFMS	133

RESUMO

Foram estudadas as condições de manejo pós-abate de músculos suínos potencialmente PSE com a finalidade de conhecer as variáveis que contribuem para o incremento da qualidade da carne suína PSE. Foram empregadas duas formas de desossa, convencional e à quente, e três formas de resfriamento, convencional (0°C), túnel de congelamento (-30°C) e armário criogênico (-45°C).

O material do trabalho foi constituído de suínos da raça Pietrain, portadores do gene Halⁿ, comprovadamente suscetíveis ao estresse e à formação de carnes PSE; para controle foram empregados híbridos comerciais, Large White x Pietrain.

Um total de 40 suínos, dos quais 36 eram halotano positivos (Halⁿ Halⁿ) foi destinado ao abate com 5 meses de idade. Foram constituídos 4 lotes de 10 animais e os abates sucederam-se a cada 15 dias, perfazendo um total de 4 abates. Dos 10 animais que entraram em cada abate, 5 foram submetidos à desossa convencional e os outros 5 à desossa à quente. Após a desossa à quente os músculos (*M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*) foram embalados à vácuo e submetidos a dois resfriamentos rápidos: um lote à -45°C e outro à -30°C. Após o resfriamento, os músculos foram mantidos à 0°C durante o estudo efetuado. Para os animais submetidos à desossa convencional, foi omitida a fase de resfriamento rápido.

As características da carne suína PSE foram estudadas através dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, capacidade de retenção de água (CRA), cor e textura. Para o estudo da textura analisaram-se a força de cisalhamento (WBS), o Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) e o Comprimento de Sarcômero (CS).

Os tratamentos de desossa à quente e resfriamento rápido não alteraram de modo significativo o pH medido a 24h *post mortem*, o qual já estava abaixo do normal na primeira hora *post mortem*. Todavia, os valores de pH a 24h que mais se aproximaram dos controles foram medidos nos *M. semimembranosus* submetidos à desossa e resfriamentos convencionais.

O estudo da capacidade de retenção de água por geleificação das proteínas miofibrilares (CRA PM) dos *M. longissimus dorsi* demonstrou que as desossas e os resfriamentos empregados não foram suficientes para elevar a retenção de água ao nível das carnes controles. Entretanto, os músculos PSE submetidos à desossa à quente seguida de resfriamentos rápidos demonstraram melhor capacidade de retenção de água. A comparação dos resultados obtidos com CRA PM e CRA P (capacidade de retenção de água por geleificação das proteínas miofibrilares e por prensagem) demonstrou que a CRA P além de menos laborioso, apresentou uma distribuição de resultados mais homogênea.

A análise de cor de Luminosidade (L_{Hunter}) e teor de vermelho (a_{Hunter}) mostraram valores semelhantes para carnes PSE e normais. Quanto ao teor de amarelo (b_{Hunter}), que em carnes PSE teria valores superiores a 15,0, neste trabalho estiveram entre 1,5 e 4,2.

A força de cisalhamento (WBS), empregada para avaliação da textura apresentou valores muito próximos para as carnes PSE e normais, e sobretudo foram semelhantes estatisticamente nos três tratamentos empregados.

O Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) foi semelhante entre as carnes PSE demonstrando ausência de influência dos Tratamentos. O armazenamento até o 8º dia promoveu ligeiro amaciamento nas carnes PSE e mais acentuado nas carnes controle.

As médias de comprimentos de sarcômeros para carnes normais e PSE se situaram entre 2,0 e 2,1 μm em todos os tratamentos; comprimento de sarcômero, portanto, não foi elemento distintivo de carne PSE.

O estudo permitiu concluir que os índices avaliados nas carnes suínas PSE não eram comparáveis com os de literatura. E mais ainda, as carnes controle deste estudo apresentaram valores muito próximos dos valores obtidos para as carnes PSE.

SUMMARY

Potentially PSE pork muscles were studied to determine the possible effects of post-slaughter treatment on pork quality. Two kinds of deboning were used, one conventional after 24h of cooling and the other immediately after slaughter; three kinds of cooling treatment were also used: treatment in a tunnel freezer (-30°C) and in a freeze-drying cabinet (-45°C), as well as the conventional procedure in a standard freezer (0°C)

Four lots of ten five-month-old pigs each were slaughtered at 15-day intervals, for a total of 40 animals, 36 of these being halothane positive ($\text{Hal}^n \text{Hal}^n$) and the other 4 as controls (normal). Of the 10 animals in each lot, 5 were deboned conventionally and the other 5 prior to cooling. After the experimental treatment, the *M. longissimus dorsi* and *M. semimembranosus* muscles were vacuum packed and half were submitted to each of two quick-chilling treatments. After cooling, the muscles were stored at 0°C for the duration of the study. For those animals undergoing conventional deboning, the muscles remained in the conventional freezer.

The characteristics of PSE pork were studied by means of the following parameters: temperature, pH, water holding capacity (WHC), color and texture. The texture was investigated by resistance to shear force (WBS), index of myofibrillar fragmentation (IMF) and sarcomere length (SL).

Deboning prior to chilling followed by rapid cooling did not significantly change the average 24h *post mortem* pH, although the pH had already dropped below normal after a single hour. After 24 hours, the pH values closest to those of the controls were found in the *M. semimembranosus* muscle submitted to conventional deboning after cooling at 0°C .

Two methods for studying the water holding capacity were used. Gelification of myofibrillar proteins (WHC MP) of the *M. longissimus dorsi* showed that the traditional deboning and cooling were not sufficient to increase the retention of water to the level of the control meat, although PSE muscles submitted to deboning prior to

cooling showed a greater water holding capacity. Since this method is extremely sensitive and time-consuming, however, the results are often unreliable, and it seems that the simpler pressure method is preferable for routine usage.

The analysis of color, luminosity (L_{Hunter}), and red pigment content (a_{Hunter}) revealed similar values for PSE and normal pork. Yellow pigment (b_{Hunter}), however, was greatly reduced in the PSE pork. It should have a value above 15.0, yet in these samples, both normal and PSE, it varied between 1.5 and 4.2.

The evaluation of the texture of PSE and normal pork also revealed no significant differences. Shear force, myofibrillar fragmentation and sarcomere length were found to be equivalent in both types of muscles, although after the eighth day of storage, normal pork had undergone greater softening than PSE pork.

The results of this study were quite surprising. Not only were the differences between genetically-tested PSE and normal pigs minimal, but the results of neither group was compatible with the results expected from those reported in the literature.

1- INTRODUÇÃO

O mercado mundial da agroindústria de suínos demonstra que a carne suína é a mais consumida, representando 42,1% do total de proteínas de origem animal produzidas no mundo. Estima-se que a produção anual mundial de carne suína, bovina e de frango está em torno de 72, de 50 e de 30 milhões de toneladas respectivamente; o Brasil ocupa a sexta posição produzindo 1,3 milhões de toneladas de carne suína. Aproximadamente 10 milhões de toneladas da melhor proteína animal são colocadas no mercado através da produção nacional de suínos, bovinos e aves, o que equivale em receita, cerca de US\$ 30 bilhões movimentados todos os anos. Deste total, a suinocultura movimenta anualmente cerca de US\$ 4 bilhões, especialmente com a oferta de produtos industrializados e está presente em 46,5% das 5,8 milhões de propriedades rurais espalhadas pelo Brasil. O Brasil apresenta um grande potencial neste setor, mas necessita atingir maior desenvolvimento tecnológico na produção dos suínos, nas técnicas de abate e de processamento, para equiparar-se com a elevação internacional da qualidade da carne (SILVEIRA, 1996).

A produção de animais com alto rendimento em carne já é uma característica peculiar da suinocultura da Região Sul do Brasil, cujo padrão genético atinge níveis próximos ao dos países mais avançados no setor (PROTTAS, 1985; ROPPA, 1988), citados por OURIQUE (1989).

Com o avanço da genética, direcionada para a produção maior de carne suína, ocorreu um efeito negativo sobre a qualidade da mesma, principalmente pela seleção de animais com carcaças magras (BRAY, 1968; KAUFFMAN et alii, 1978; SMITH & LESSER, 1982).

A melhoria da qualidade da carne suína é um grande desafio para a suinocultura e sua importância dentro da estratégia do melhoramento animal é relativamente recente. A preferência dada nos últimos anos ao melhoramento das

características de importância econômica tradicional, tais como crescimento, conversão alimentar e quantidade de carne na carcaça, provocou efeitos negativos na qualidade da carne. Em raças submetidas a um processo de intensa seleção ocorre aumento no número de indivíduos suscetíveis ao estresse, o que indica claramente a inter-relação genética de características desejáveis com o estresse nos suínos (HUAROTO ROSA-PEREZ, 1994).

Devido ao baixo consumo de carne suína "in natura" e a alta transformação da mesma em produtos derivados, são quase inexistentes os dados estatísticos relacionados à incidência e aos prejuízos ocasionados pela "má qualidade" de carnes suínas (PROBLEMAS..., 1986). A ocorrência destas carnes alcança uma taxa aproximada de 15% nos abatedouros de suínos de raças especializadas em carne. Aproximadamente 70% do total da carne suína produzida no Brasil é consumida sob a forma de produtos industrializados (PRODUÇÃO..., 1988), o que incentiva a importância da melhoria das características da matéria-prima na obtenção de produtos que correspondam às expectativas do transformador e do consumidor (GOUTEFONGEA et alii, 1978).

A par disso, há uma tendência do consumidor em valorizar alimentos fabricados com teores reduzidos de aditivos, por consequência a matéria-prima será mais valorizada por suas propriedades intrínsecas durante o processo de industrialização (GOUTEFONGEA et alii, 1978).

O suíno é um dos animais mais suscetíveis ao desenvolvimento de características anormais nos músculos após a morte, causas de amplas variações de qualidade da carne (OURIQUE, 1989). Estudos da carne suína foram intensificados devido a ocorrência de carnes PSE, "pale, soft and exudative", ou devido a ocorrência de carnes DFD, "dark, firm and dry", encontradas em animais com a Síndrome do Estresse Suíno, conhecida também como PSS ("Porcine Stress Syndrome"). Dependendo do tempo decorrido entre o início do estresse e o abate, a carne dos suínos podem apresentar a condição PSE, mais comum, ou, então, DFD. Segundo TOPEL et alii (1966), citado por BRESSAN

(1992), ficou estabelecida a relação direta entre a suscetibilidade ao estresse (PSS) e a ocorrência das carnes tipos PSE/DFD.

É importante salientar que a Síndrome do Estresse Suíno foi denominada por TOPEL et alii (1968) e começou a ser identificada em meados de 1960, nos EUA. Neste país, aproximadamente 35% dos produtores do Estado de Iowa se confrontaram com o problema em seus rebanhos e foi considerado como um dos mais sérios para a suinocultura americana em pesquisa realizada pela Universidade de Iowa.

Existe uma correlação evidente entre a incidência do estresse suíno e a sensibilidade ao gás halotano. Por esta razão, prosseguimos a presente introdução associando a sensibilidade ao gás halotano com o estresse suíno.

A incidência de animais sensíveis ao gás halotano parece ter ainda outra característica indicativa: o estresse aumenta quando se procede uma seleção para melhorar a conformação de pernil, desprezando-se a taxa de crescimento. Quando os especialistas selecionam animais não sensíveis ao halotano para reduzir a mortalidade e aumentar a qualidade da carne, verificam que o procedimento é rentável se forem retirados os animais compactos com excelente conformação de pernil (FREDEEN, 1981).

Em nosso país, com a evolução das técnicas de suinocultura, foram importadas muitas raças e linhagens de suínos melhoradas de outros países de suinocultura mais avançada, sendo que algumas dessas raças e linhagens eram portadoras da Síndrome do Estresse Suíno. Desde então, já foram relatados casos de sensibilidade ao estresse em alguns rebanhos selecionados para a produção de carne (PINHEIRO, 1984).

Com o objetivo de identificar animais potencialmente PSS, algumas técnicas foram desenvolvidas, uma vez que foi verificado que a suscetibilidade ao estresse (PSS) é característica hereditária.

FALASCHINI (1990), citado por BRESSAN (1992), identificando animais sensíveis ao estresse, verificou que mesmo eliminando os reprodutores positivos, alguns indivíduos da progênie livres de PSS, quando submetidos a condições de estresse pré-abate, manifestavam as características PSE em suas carcaças. É necessário considerar que uma fração da ocorrência de carnes PSE causada por fatores estressantes não está, portanto, associada a fatores genéticos (FELÍCIO, 1986).

Existem vários outros fatores que podem influenciar a incidência de carnes PSE além dos fatores genéticos: o tempo de transporte dos animais da granja para o frigorífico, o tempo de descanso dos animais antes do abate (CULAU et alii, 1991), os métodos de atordoamento, o intervalo de tempo entre sangria e entrada da carcaça na câmara de resfriamento e os processos de manejo utilizados nos frigoríficos (WOLTERSDORF & TROEGER, 1988).

Tendo em vista que as alterações musculares podem se manifestar dentro da primeira hora após o abate, têm sido utilizados vários parâmetros medidos aos 45 minutos *post mortem* para predizer a qualidade final da carne, avaliada entre 20 e 24 horas após a matança (HERRING et alii, 1971; SOMERS et alii, 1985; WARRIS & BROWN, 1987). O intervalo de variação dos parâmetros de pH, temperatura, capacidade de retenção de água, cor, textura, etc. são analisados e associados em termos de significância estatística.

Vários trabalhos estão sendo realizados para detectar precocemente as alterações que ocorrerem nos músculos logo após a morte do animal, permitindo à indústria submeter as carcaças a tratamentos tecnológicos adequados. São muito enfatizados os trabalhos que possibilitam a avaliação da qualidade de carcaças intactas, permitindo rápida classificação na linha de matança da indústria (OURIQUE, 1989).

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - *SÍNDROME DO ESTRESSE SUÍNO OU "PORCINE STRESS SYNDROME"(PSS)*

A ocorrência de mortes em rebanhos suínos devido as alterações nas práticas de manejo foi relatada por TOPEL et alii (1968). Reações orgânicas severas foram observadas em alguns animais submetidos a agentes estressantes e freqüentemente levados à morte; JUDGE et alii (1968) designaram esses animais de suscetíveis ao estresse.

Dois termos foram utilizados para designar o mesmo complexo de sintomas característicos do estresse suíno. Um deles e o mais empregado até hoje é denominado Síndrome do Estresse Suíno ("Porcine Stress Syndrome – PSS") por TOPEL et alii (1968) e o outro de Síndrome da Hipertermia Maligna ("Malignant Hyperthermia Syndrome – MHS") por SYBESMA & EIKELBOOM (1969). Para CHRISTIAN (1972) a Síndrome da Hipertermia Maligna é induzida por anestésicos halogenados enquanto que a Síndrome do Estresse Suíno é induzida por fatores ambientais como manejo, disputas, esforço físico, etc.; os dois termos referem-se, entretanto, ao mesmo complexo de sintomas.

A Síndrome do Estresse Suíno foi considerada um fator econômico de relativa importância, pois os prejuízos causados à suinocultura, quer pela mortalidade de animais jovens e adultos na criação, quer pelo transporte dos animais até o abatedouro, eram elevados. Além das perdas, a Síndrome relaciona-se diretamente com a qualidade da carne no que se refere à incidência de carnes dos tipos DFD e PSE. Muitos estudos demonstram que a incidência de carne PSE

em suínos sensíveis ao estresse é mais acentuada do que em suínos não sensíveis (PINHEIRO, 1984).

Outro fato a ser enfatizado é que a Síndrome do Estresse Suíno é expressiva nos EUA e em muitos outros países, estando associada a algumas linhagens altamente selecionadas para maior produção de carne, as quais apresentam carcaças com maior espessura de toucinho, melhor conformação e maior proporção de carne, porém resultam em carne de inferior qualidade.

A qualidade da carne suína depende de diferentes fatores sendo que a Síndrome do Estresse Suíno é um dos mais importantes. Os animais acometidos por esta síndrome podem ter morte súbita por insuficiência cardíaca durante o período de engorda ou durante o transporte até o abatedouro. Além disso, esta síndrome pode ocasionar miopatia nestes animais que dão origem a carcaças tipo PSE ("pale, soft and exudative") que se caracterizam por possuírem alterações bioquímicas a nível muscular (HUAROTO ROSA-PEREZ, 1994).

A sintomatologia típica da Síndrome do Estresse Suíno compreende: tremores musculares e da cauda, dificuldade respiratória, aumento da temperatura corporal, manchas pálidas e roxas irregulares e alternadas na pele, por fim queda, prostração, imobilidade e morte do animal em poucos minutos, e, quase que imediatamente, sobrevem a rigidez cadavérica (WAGNER et alii, 1972), citados por PINHEIRO (1984). Acidose metabólica e níveis elevados de metabólitos no plasma foram encontrados por VAN DEN HENDE et alii (1976).

CHRISTIAN (1972) revisando trabalhos sobre a hereditariedade da Síndrome do Estresse Suíno concluiu que a suscetibilidade ao estresse é determinada geneticamente e que o modo exato da herança é obscuro, mas certamente existe variação no grau de expressão.

A hereditariedade desta Síndrome em suínos foi demonstrada em alguns estudos como sendo devida a um gene autossômico recessivo (OLIVER et alii, 1975; SMITH & BAMPTON, 1977), citados por PINHEIRO (1984). A

característica recessiva que leva à suscetibilidade ao estresse é determinada pelo locus Hal, conforme ANDERSEN (1980). Podem ocorrer três genótipos: Halⁿ Halⁿ, Hal^N Halⁿ, Hal^N Hal^N, sendo o homozigoto recessivo Halⁿ Halⁿ aquele que responde pela suscetibilidade ao estresse e que conduz à Síndrome da Hipertermia Maligna (JORGENSEN, 1980).

Vários autores estudando a indução da Síndrome de Hipertermia Maligna, verificaram que a mesma pode ser induzida pela administração de drogas como o halotano (SYBESMA & EIKELNBOOM, 1969), ou como o clorofórmio e, ainda, como o cloreto de succinilcolina (JONES et alii, 1972).

2.2 - DIAGNÓSTICO PARA A SÍNDROME DO ESTRESSE SUÍNO:

Nos anos 70 alguns autores estudaram possíveis métodos para diagnosticar a suscetibilidade ao estresse suíno e propuseram testes baseados nos níveis sangüíneos do hormônio adrenocorticoide (JUDGE, 1972) e testes enzimáticos a partir da análise da enzima creatina-fosfoquinase (SCHMIDT et alii, 1972).

O teste de halotano é, segundo LUNDSTRÖM (1976), o método mais prático e seguro para o diagnóstico "in vivo" da suscetibilidade de suínos ao estresse.

Para PINHEIRO (1984), o teste de halotano a nível nacional é considerado uma prática de rotina em alguns rebanhos e também em pelo menos uma estação de teste de reprodutores, mas segundo a mesma autora, não há estudos minuciosos do desempenho destes animais nas condições brasileiras.

O teste halotano, um dos principais métodos utilizados para detectar a sensibilidade genética ao estresse foi desenvolvido nos E.U.A. por CRISTIAN

(1974) e na Europa por EIKELENBOOM & MINKEMA (1974), citados por FELÍCIO (1986) e BRESSAN (1992). O teste consiste em submeter suínos entre 7 a 11 semanas de idade ao gás halotano (gás anestésico) por via respiratória: os animais reagentes positivos apresentaram dificuldade respiratória e contrações musculares. Os suínos identificados como halotano positivos portadores do gene "Hal^h" em caráter recessivo, serão eliminados do plantel de reprodutores. A utilização de reprodutores halotano positivo é prática ainda admitida na Europa na produção de animais para abate.

Conforme EIKELENBOOM et alii (1978), citados por PINHEIRO (1984), o teste de halotano consiste na inalação, através de uma máscara naso-bucal, de uma mistura de oxigênio (2,5 l/min) e halotano (5%) pelo suíno de 8 a 12 semanas de idade. Após algum tempo, se o animal desenvolver progressiva rigidez muscular e espasmos, é denominado reagente, positivo ou suscetível. A administração do anestésico (halotano) é interrompida logo que os sintomas são observados e o animal se restabelecerá em poucos minutos. Animais não reagentes, negativos ou resistentes apresentam um completo relaxamento muscular no início da anestesia e a duração do teste nestes animais é de apenas 4 minutos.

Para o diagnóstico precoce da Síndrome de Hipertermia Maligna, o teste de halotano foi indicado por BULLA et alii (1979) para os programas de seleção e hibridização de suínos com base na alta eficiência do mesmo.

Em nosso país, o teste de halotano é utilizado em rebanhos onde o objetivo é a seleção de reprodutores e também em Estações de Teste de Reprodutores (PINHEIRO, 1984).

Diversas raças e linhagens de suínos foram identificadas quanto à suscetibilidade à Síndrome da Hipertermia Maligna, entre elas: **Pietrain** (SYBESMA & EIKELENBOOM, 1969; ALLEN et alii, 1970); **Landrace** (BERMAN et alii, 1972); **Poland China** (JONES et alii, 1972); **Yorkshire**

(CHRISTIAN, 1972); **Landrace Belga** (VAN DEN HENDE et alii, 1976); **Landrace Francês** (OLLIVIER et alii, 1978); **Landrace Norueguês** (WEBB & JORDAN, 1978); **Landrace Holandês** (EIKELENBOOM, 1979); **Landrace Alemão** (BULLA et alii, 1979); **Landrace Inglês** (WEBB, 1980) e **Landrace Dinamarquês** (ANDRESEN, 1980), citados por PINHEIRO (1984).

Os maiores graus de incidência (acima de 10%) de reação positiva ao halotano residem, conforme WEBB (1980), nas seguintes raças: Landrace Inglês (11%), Landrace Sueco (15%), Landrace Francês (18%), Landrace Holandês (22%), Landrace Suíço (23%), Pietrain Francês (34%), Landrace Alemão (70%), Landrace Belga (88%) e Pietrain Holandês (100%).

Comparando indivíduos cruzados das raças Pietrain e Landrace Alemão com diferentes MHS-genótipos ("Malignant Hyperthermia Syndrome" - genótipos) para características de crescimento e carcaça, verificou que um saneamento para MHS na raça Pietrain permitiria um melhoramento na qualidade da carne dos animais cruzados Pietrain x Landrace Alemão, permanecendo constante as características de crescimento (HUAROTO ROSA-PEREZ, 1994).

Recentemente foi viabilizado um teste genético para identificar os animais portadores do gene recessivo. Até pouco tempo atrás foram utilizados testes indiretos como o do halotano e o da creatinina-fosfoquinase, com a desvantagem de não diferenciarem os suínos homozigotos negativos dos heterozigotos negativos. A introdução deste teste contra a Síndrome do Estresse Suíno dentro do melhoramento genético permitiu uma rápida seleção contra o gene responsável, saneando desta forma muitas raças nos rebanhos elite. O teste genético ainda não é rotineiro na raça Pietrain devido a preferência pelos animais com a Síndrome do Estresse Suíno que apresentam grandes massas musculares (HUAROTO ROSA-PEREZ, 1994).

Com os avanços da genética molecular, demonstrou-se que uma alteração (mutação) a nível de receptor de rianodina, o qual é responsável pela ligação dos

íons Ca^{2+} a nível de retículo sarcoplasmático das fibras (células) musculares da musculatura esquelética, facilitando a abertura do canal de Ca^{2+} e inibindo o fechamento do mesmo, pode estar associada à Hipertermia Maligna ou Síndrome do Estresse Suíno (FUJII et alii, 1991). O teste genético consiste em isolar o DNA a partir de amostras de sangue periférico coletado em EDTA ou biópsia muscular, amplificar o material genético anteriormente isolado e digerir o produto da PCR ("polimerase chain reaction") com enzima específica (HhaI ou BsiHhaI). Os fragmentos de DNA obtidos são separados em gel de agarose LMP ("low melting point") 3% e detectados após coloração do gel com brometo de etídio.

No presente trabalho foram utilizados animais submetidos ao teste genético descrito por FUJII et alii (1991) para diagnosticar os sensíveis ao estresse, ou seja, aqueles que possuíam o potencial genético para desenvolver a Síndrome do Estresse Suíno ou Hipertermia Maligna.

2.3 - MEDIDA DE pH

É considerado o mais importante parâmetro para o diagnóstico de carnes PSE ou para prever a qualidade final da carne suína (WOLTERSDORF & TROEGER, 1988 e WOLTERSDORF & TROEGER, 1990). O pH influencia direta ou indiretamente as propriedades e as diversas características de qualidade como a cor, maciez, sabor, capacidade de retenção de água e conservação (PEARSON, 1971; HERRING et alii, 1971; GOUTEFONGEA et alii, 1978; HOFFMANN, 1988; OURIQUE et alii, 1990).

Após o abate dos animais há um declínio do pH cuja extensão e velocidade irá depender da natureza e condição do músculo no momento em que

cessa a circulação sanguínea (PEARSON, 1971). Na carne suína PSE (pálida, flácida e exsudativa), o principal defeito de qualidade está intimamente ligado à curva de declínio de pH.

Devido ao fato dos suínos apresentarem alterações na curva de declínio de pH, são tomadas medidas em dois tempos: 45 minutos após o abate (pH1) e cerca de 24 horas após o abate (pH2) (BRESSAN, 1992).

A ocorrência da carne suína tipo PSE está associada com a rápida queda de pH muscular logo após o abate (pH1) quando a carcaça está ainda quente. A combinação de pH inferiores a 6,0 com temperaturas musculares altas (36°C) uma hora após o abate, causa desnaturação protéica diminuindo o rendimento industrial (OLIVER et alii, 1986; DIESTRE, 1986; HONIKEL, 1988; WOLTERSDORF & TROEGER, 1990), citados por BRESSAN (1992).

Os valores médios de pH1 para *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* são 6,2 e 6,6 respectivamente, segundo WARRIS (1982), OURIQUE et alii (1990) e CULAU et alii (1991). A amplitude de variação para os valores de pH1 foi de 5,3 a 7,16 conforme os trabalhos de WARRIS (1982), WOLTERSDORF & TROEGER (1988). Os valores médios de pH2 para os *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* são 5,10 e 5,90 respectivamente, segundo WARRIS (1982) e OURIQUE et alii (1990). A amplitude de variação para os valores de pH2 foi 5,40 a 5,68 conforme os trabalhos de DOBREN OV (1989) e CULAU et alii (1991).

Para estimar a incidência de carnes potencialmente PSE, a medida de pH obtida antes da primeira hora após o abate foi utilizada em diferentes estudos (HOFFMANN, 1988). Conforme FELÍCIO (1986), a medida de pH1 é adequada para evidenciar carcaças PSE, entretanto a medida deverá ser efetuada 1 hora após o abate.

Outros autores afirmaram que a valorização do pH1 baixo (<6,0) pode ter superestimado a incidência de carnes PSE (KEMPSTER et alii, 1984).

LAWRIE (1981) e FELÍCIO (1986) consideraram que em condições normais, o pH da carne suína abaixa para valores entre 5,5 e 5,7 após 8 horas do abate e permanece entre 5,3 e 5,7 ao atingir 24 horas. Entretanto, suínos abatidos sob condições de estresse (medo, agitação, briga, etc.) apresentam queda de pH acentuada, podendo ocorrer no entorno de 40 a 60 minutos *post mortem* ou mais cedo, no entorno de 10 minutos, quando o pH atingirá valores entre 5,5 e 5,9.

VADA (1977), trabalhando com amostras de *M. longissimus dorsi* retiradas de carcaças normais e PSE (classificadas segundo o pH1) e subdivididas em duas metades no sentido longitudinal, analisou o efeito da velocidade de resfriamento sobre o comportamento da curva de queda do pH. Uma metade das carcaças foi resfriada 1 hora após o abate e a outra metade foi resfriada 2 horas após o abate, até que ambas atingissem 13°C aproximadamente. Feito isto, o autor verificou que, para as amostras de *M. longissimus dorsi* normais (pH > 6,0), mesmo sendo resfriadas em tempos diferentes, ao final de 48 horas atingiram um pH final ao redor de 5,7. Porém, o grupo de músculos resfriados 2 horas após o abate, já apresentava queda de pH de 6,5 para 6,0 a 6,1 em prazo de 2 horas apenas. Em 4 horas após o resfriamento, o pH dessas amostras já atingia valores ao redor de 5,8 mantendo-se assim por 6 horas, enquanto as amostras resfriadas 1 hora após o abate ainda mantinham um pH em torno de 6,1. O autor afirmou, então, que o resfriamento rápido retarda a queda de pH mantendo as características desejáveis de processamento por 4 a 6 horas e melhorando também as características finais de textura e maciez da carne, uma vez que o *rigor mortis* ocorreu em temperaturas baixas. Também ressaltou que o resfriamento dos músculos na carcaça inteira é menos eficiente, devido a insulação da camada de gordura subcutânea, acelerando a glicólise e por consequência, o *rigor mortis*.

2.4 - TEMPERATURA: EFEITO DA VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO SOBRE A CARNE SUÍNA

HONIKEL (1986), citado por WOLTERSDORF & TROEGER (1990), afirmaram que as condições bioquímicas existentes nas carcaças potencialmente PSE logo após o abate, embora coincidindo com rápida glicólise e acelerada queda de pH, possibilitam a obtenção de resultados favoráveis no controle do desenvolvimento das características PSE, se a diminuição da temperatura da carcaça acontecer em curto espaço de tempo.

Um fato relevante a ser considerado quando se deseja eleger um método de refrigeração, é a secagem da superfície das carnes. O interior do pernil deverá atingir 7°C, em 12 horas. As perdas de peso devem ser as mais reduzidas possíveis, mantendo as qualidades e características normais. ORTNER (1990), sugere neste caso três métodos de resfriamento: o resfriamento rápido, o resfriamento por choque térmico e o resfriamento intenso.

Para se obter uma carne de boa qualidade, a refrigeração deve ser mais suave (processo mais lento), mesmo que aumentem as perdas de peso sob forma de água exsudada (ORTNER, 1990). Devido a este fato, muitos estudos foram feitos com o propósito de verificar distintos tempos de resfriamento, para que a massa muscular atingisse temperaturas ao redor de 7°C (NELL et alii, 1987; WOLTERSDORF & TROEGER, 1990).

Para ORTNER (1990), a obtenção de menores perdas de peso, conservando a qualidade da carne, em um curto tempo de refrigeração, com temperatura no centro do pernil de 7°C é uma ilusão. Se a opção for reduzir as perdas de peso, utilizando refrigeração rápida intensiva, serão desconsiderados aspectos de qualidade como aparência e ressecamento de superfície, por exemplo. Porém, se a finalidade for qualidade da carne, então a refrigeração deve ser mais suave ainda que resulte perdas através da exsudação.

Utilizando-se CO₂ (-78°C) para resfriar peças completas de costelas, com temperatura inicial de 40°C, a superfície começa a congelar-se em 10 a 12 minutos, enquanto no interior a temperatura é de 20 a 25°C, porque a carne é má condutora de calor (NELL et alii, 1987). É previsível que o resfriamento forçado diminua a formação de PSE, porém, aparecerão outras características negativas como maior perda de suco no descongelamento, encurtamento das fibras musculares pela ação do frio, afetando cor e maciez (WOLTERSDORF & TROEGER, 1990).

2.5 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

A água do músculo se relaciona com as proteínas musculares, principalmente as miofibrilares. As proteínas sarcoplasmáticas contribuem com apenas 3% da capacidade total de retenção de água do músculo (WISMER PEDERSEN, 1971).

A água fixa-se aos grupos polares dos aminoácidos das cadeias miofibrilares através de pontes de hidrogênio e foi denominada água fixada à proteína ou água ligada (HONIKEL, 1988).

Dependendo das condições e curvas de queda de pH da carne, a água fixada aos filamentos protéicos das miofibrilas pode estar presente em maior ou menor quantidade. Se a fibra muscular estiver contraída, o espaço do sarcômero estará diminuído e a quantidade de água imobilizada será reduzida, o oposto (afrouxamento) possibilitará a imobilização da água entre as moléculas de proteínas.

A capacidade de retenção de água varia entre os diferentes músculos da carcaça. O *M. longissimus dorsi* de suínos e bovinos possui menor poder de retenção de água do que o *M. psoas major* (LAWRIE, 1974).

Entretanto, em suínos, a velocidade de queda de pH, logo após a morte, parece ser o fator determinante da variação da capacidade de retenção de água dos músculos. A desnaturação protéica resultante do binômio pH baixo-temperatura elevada, afeta o poder de ligação das proteínas com a água. Carcaças suínas nestas condições perdem mais peso em água do que as normais (KAUFFMAN et alii, 1978; SMITH & LESSER, 1982 e SWATLAND, 1984).

Embora a condição PSE manifeste-se no período de 30 a 60 minutos após o abate, a capacidade de retenção de água é alcançada lentamente, nas horas seguintes porque as trocas ao nível das proteínas miofibrilares são lentas durante o *rigor mortis* (ARBOIX, 1986), citado por BRESSAN (1992).

Segundo JUDGE et alii (1989), em casos normais, 1/3 da capacidade de retenção de água total, é perdida após a morte do animal devido à queda do pH. Mudanças associadas ao *rigor mortis*, envolvendo a formação do complexo actomiosina reduzem esta propriedade mesmo que o pH não sofra declínio. Isso se deve à falta de espaço entre as miofibrilas o que impede a ligação da água com grupos polares de aminoácidos presentes no local.

2.6 - COR

Segundo LÜNDSTROM et alii (1979), a cor da carne é uma característica avaliada, geralmente, 24 horas após o abate e poderá diagnosticar carnes de má qualidade, tais como PSE e DFD.

Os *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* são mais utilizados para a avaliação de cor em carnes suínas porque apresentam metabolismo predominantemente anaeróbico e maior número de fibras brancas. Estas características favorecem o desenvolvimento de carnes PSE (HOFFMAN, 1988).

Conforme MacDOUGALL (1982), os músculos suínos, logo após o abate, são translúcidos, escuros e pegajosos ao toque. Se as reservas de glicogênio estavam normais e não ocorreu desnaturação protéica, o pH inicial, que logo após o abate estava em torno de 7,0, começa abaixar até o valor de 5,9. A partir deste ponto, a carne sofrerá um progressivo aumento na opacidade até o pH atingir seu valor final, em torno de 5,5, quando a carne assume sua cor rosa semi-opaca, mais clara, também definida como vermelho cinzento ou vermelho rosado que é a cor normal da carne suína (BRISKEY & KAUFFMAN, 1971; WACHHOLZ et alii, 1978; MacDOUGALL, 1982 e JUDGE et alii, 1989).

A cor da carne é resultado de variáveis que interagem entre si, sendo as principais: a concentração de pigmentos, a forma química em que estes se encontram e o pH muscular, que afetam a estrutura das proteínas musculares (BRISKEY & KAUFFMAN, 1971; LAWRIE, 1974; MacDOUGALL, 1982 e SWATLAND, 1984). A mioglobina é o pigmento responsável pela cor da carne e constitui 80 a 90% do pigmento total dos músculos de animais bem sangrados (JUDGE et alii, 1989). Na carne intacta, a mioglobina encontra-se na forma reduzida e reage somente com a água, formando a deoximioglobina, que possui cor púrpura, identificada na superfície de carnes recém cortadas. Quando presente na superfície, o pigmento reage com o oxigênio periférico formando oximioglobina e mudando a cor para vermelho brilhante.

De acordo com SWATLAND (1984), a carne de porco normalmente apresenta baixa concentração de mioglobina, sendo portanto mais clara do que a carne bovina e ovina. As concentrações para bovinos, ovinos e suínos são avaliadas em 0,50%, 0,25% e 0,06%, respectivamente. O mesmo autor

evidenciou que, embora a concentração de mioglobina em suínos aumente conforme a idade, não chega a alcançar a concentração das outras espécies.

Segundo JUDGE et alii (1989), carnes em condição PSE sofrem alteração na dispersão da luz e a coloração pálida se deve à maior proporção de “água livre” localizada mais entre as células musculares do que dentro das mesmas, como ocorre em condições normais. Quando grande quantidade de água nos tecidos encontra-se fora das células, a superfície para a reflexão da luz é maior e menor será a capacidade de absorção.

Em suínos, as carnes pálidas geralmente perdem muito líquido mesmo nas carcaças intactas; ao contrário, as escuras praticamente não perdem líquido (SAYRE et alii, 1964; LAWRIE, 1974; DAVIS et alii, 1975; De VOL et alii, 1988).

Dois tipos de métodos podem ser utilizados para avaliar cor em carnes, os métodos objetivos que por análise instrumental utilizam colorímetros e os métodos subjetivos que por várias técnicas de análise sensorial utilizam a percepção da cor pela visão humana.

2.7 - TEXTURA (MACIEZ)

Segundo BRISKEY & KAUFFMAN (1971), um músculo de alta qualidade deve apresentar estrutura rígida em oposição ao que se considera estrutura flácida. Para a carne suína este aspecto é particularmente importante tendo em vista seu destino para o processamento. A maciez excessiva na carne suína tem um papel negativo na qualidade mais pela baixa capacidade de retenção de água do que pela maciez propriamente dita.

Revisando vários trabalhos na área, DAVIS et alii (1975), afirmaram que o aumento da firmeza muscular em suínos, geralmente, está associado com cor mais escura, mais gordura, menor conteúdo de água, maior retenção de água e maior resistência na avaliação instrumental da maciez.

Retornando a variável pH, é necessário relembrar que o pH tem influência sobre a maciez: quando os valores de pH aumentam de 5,5 para 6,0 ocorre diminuição na maciez da carne, enquanto que em valores acima de 6,0, ocorre aumento da maciez novamente. Quando o pH atingir o valor 6,8 a maciez se tornará excessiva causando aparência gelatinosa e diminuindo a aceitabilidade da carne (LAWRIE, 1974).

2.7.1 - O PROCESSO DE AMACIAMENTO (TENDERIZAÇÃO) DA CARNE:

O desarranjo dos componentes do tecido muscular esquelético e os eventos produzidos pela desorganização tissular são aspectos importantes no processo de tenderização. Tanto o processo endógeno (natural) quanto o processo exógeno são responsáveis pelo desarranjo tissular e resultam no amaciamento da carne. Os processos envolvidos no desarranjo ocorrem desde o nível molecular ao nível macro da organização anatômica do músculo esquelético (PARRISH, 1977).

Segundo LAAKKONEN (1973), citado por LEANDER (1977), existem vários fatores que influenciam as características de maciez da carne após o cozimento, sendo eles: maturidade física do animal, pH, conteúdo de gordura, maturação *post mortem*, enzimas, capacidade de retenção de água, comportamento das proteínas durante o aquecimento, taxa de elevação de temperatura e método de cozimento empregado.

A fragmentação miofibrilar resultante do fenômeno de quebra das miofibrilas em segmentos mais curtos próximo ou na própria linha Z durante o armazenamento do músculo *post mortem* tem sido observado por vários pesquisadores através de métodos microscópicos (PARRISH et alii, 1973 e OLSON et alii, 1976).

OLSON et alii (1976), estudando o processo de tenderização da carne verificou que com o aumento da maturação *post mortem* as miofibrilas tornavam-se mais curtas, mais fragmentadas e as linhas Z degradadas. Nas observações microscópicas foi possível para estes autores perceberem a fragmentação miofibrilar ocorrendo na região estrutural da linha Z. Esta degradação da linha Z de miofibrilas provenientes de músculos bovinos, suínos e de coelhos em diferentes tempos e temperaturas de estocagem *post mortem* foi descrita também por HENDERSON et alii (1970).

PARRISH et alii (1973) observando as mudanças microscópicas em miofibrilas durante a estocagem *post mortem* de músculos concluiu que as mesmas parecem coincidir com um aumento na maciez da carne.

Conforme DUTSON (1977), as diferenças na maciez da carne podem ser produzidas em músculos tendo comprimentos de sarcômeros idênticos. Isto foi evidenciado a partir de carcaças mantidas em altas temperaturas logo após a morte dos animais, quando se verificou aumento de maciez e diminuição da força de cisalhamento. Outro fator de maciez, segundo o mesmo autor, estaria relacionado com o aumento das taxas de proteólise autolítica nas carcaças tratadas com temperatura elevada e diminuição do pH que teriam efeito na ruptura dos lisossomas e liberação das enzimas lisossomais. A livre atividade das enzimas β -glucoronidase e catepsina C (ambas lisossomais) foi aumentada significativamente pelo atraso do tratamento de resfriamento (MOELLER et alii, 1976), citado por DUTSON (1977).

O tratamento de carcaças com altas temperaturas pré-rigor causa liberação de enzimas lisossomais em meio ácido promovendo proteólise, bem quanto redução do encurtamento das miofibrilas (DUTSON, 1977). Uma explicação lógica para o aumento da maciez com nenhuma diferença no comprimento de sarcômero seria dada pelas mudanças no componente maciez do tecido conjuntivo. Muito pouca diferença é encontrada nas subunidades de colágeno (α e β) quando tratamentos de 1°C e 37°C foram aplicados, porém a 37°C houve uma diferença marcante nas subunidades entre 12 e 24 horas *post mortem*.

Objetivando determinar qual a queda de pH ou aumento de temperatura que causaria maior efeito sobre as proteínas miofibrilares, amostras de músculo moído em pré-rigor foram incubadas a 37°C por 12 horas a pH 5,4 e pH 7,0. As mudanças ocorridas nas amostras incubadas a pH 7,0 foram pequenas quando comparadas àquelas das amostras controle. O pH mais baixo e a atividade da catepsina lisossomal foram responsáveis pelas mudanças observadas nas proteínas miofibrilares na incubação a 37°C; a enzima CAF, ativa em pH neutro e não em pH ácido, não foi provavelmente um fator nas mudanças encontradas nas proteínas miofibrilares (YATES, 1977), citado por DUTSON (1977).

A estimulação elétrica, tratamento que produz rápido estabelecimento do rigor, tem sido investigado pela Nova Zelândia, Inglaterra e E.U.A. O uso da técnica para aumentar a maciez da carne não é idéia nova ou recente; ela foi usada em 1749 (LOPEZ & HEBERT, 1975) e uma patente foi concedida para HARSHAM e DEATHERAGE (1951) para usar a estimulação elétrica para amaciar carnes. Após 1950 pouca atenção foi dada à estimulação elétrica até que pesquisadores da Nova Zelândia, em meados dos anos 70, utilizaram o método para amenizar o endurecimento da carne causado pelo encurtamento pelo frio ou "cold-shortening". Posteriormente, os E.U.A. realizaram pesquisas utilizando voltagens e condições de estimulação diferentes daquelas utilizadas na Nova Zelândia (DUTSON, 1980).

O aumento da maciez da carne, oriunda de músculo estimulado eletricamente, ocorre provavelmente devido à prevenção do encurtamento pelo frio. Estudos de DUTSON (1980) indicaram que em muitos casos o comprimento de sarcômero de carcaças estimuladas eletricamente não foi diferente das carcaças controle. Evidências indicam que o aumento da atividade das enzimas lisossomais seja devido à estimulação elétrica (DUTSON et alii, 1980).

Parece que a estimulação elétrica produz amaciamento pelas alterações físicas das células musculares e pelo aumento da atividade das enzimas lisossomais liberadas.

2.7.2 - ENCURTAMENTO PELO FRIO ("COLD-SHORTENING")

Segundo GALLOWAY & GOLL (1967), citados por DRANSFIELD & LOCKYER (1985), a contração pelo frio devida a habilidade de músculos excisados com altos níveis de ATP contraírem-se quando expostos a baixa temperatura, foi bem caracterizada em músculos bovinos e ovinos e bem menos em músculos suínos.

A contração pelo frio é mais extensiva para músculos com maior proporção de fibras vermelhas do que para músculos com predominância de fibras brancas porque as brancas possuem "bomba de cálcio" menos eficiente. Estes fatos falham para o *M. longissimus dorsi*, que possui predominantemente fibras brancas, porque este músculo se contrai com o frio e se encurta com o *rigor mortis* de forma similar aos músculos vermelhos (DRANSFIELD & LOCKYER, 1985).

Os conhecimentos da relação de dureza com encurtamento e com taxas de resfriamento em bovinos e ovinos, já são utilizadas pela indústria para evitar o endurecimento; há entretanto pouca informação bem fundamentada para o manejo das carnes suínas (DRANSFIELD & LOCKYER, 1985).

FELDHUSEN et alii (1992), estudando a ultraestrutura de músculos esqueléticos suínos seguidos de resfriamento ultra-rápido na fase inicial de maturação da carne, verificaram que congelando a superfície de musculatura em estado de glicólise normal durante o resfriamento ultra-rápido, ocorriam alterações severas da estrutura miofibrilar, encurtamento do sarcômero e deslocamento do sarcoplasma o que poderia afetar a retenção de água e maciez da carne.

LOCKER & HAGYARD (1963), citados por KAUFFMAN (1993), afirmaram que carnes podem sofrer encurtamento pelo frio quando resfriadas rapidamente a baixas temperaturas e neste caso se está excluindo o congelamento que promove o problema do rigor do descongelamento, o "thaw-shortening".

Segundo KAUFFMAN (1993), algumas tecnologias são aplicadas para prevenir o encurtamento pelo frio, como a desossa a quente e estimulação elétrica, especialmente em carcaças bovinas e ovinas. Estas práticas, segundo o autor, são questionáveis para outras espécies tais como aves e suínos, mas como as carcaças suínas tornaram-se, com o avanço do melhoramento animal, mais magras (enxutas), então pode-se conjecturar que o problema do encurtamento pelo frio poderá aparecer nesta espécie.

ROSEIRO et alii (1994), estudando alguns parâmetros de qualidade (pH, cor e CRA) e a influência da temperatura da carne *post mortem*, afirmaram que em geral, a perda por gotejamento aumenta logo após o descongelamento tanto quanto o aumento da dureza da carne, julgada subjetivamente. Isto se deveria aos fenômenos de encurtamento pelo frio e/ou rigor do descongelamento.

TAYLOR & MARTOCCIA (1995), verificando o efeito da baixa e alta voltagem da estimulação elétrica sobre a qualidade de carne suína, constataram que a maciez aumentava após 3 a 10 dias de maturação em todas as amostras estimuladas e não aumentava a maciez nos controles não estimulados. Os resultados sugeriam algum grau de endurecimento pelo frio nos controles sob

resfriamento convencional. A estimulação elétrica influiu sobre a maciez da carne suína, independente da ação protetora da estimulação elétrica contra o encurtamento pelo frio.

2.7.3 - ENCURTAMENTO PELO DESCONGELAMENTO ("THAW-SHORTENING") OU CONTRAÇÃO PELO DESCONGELAMENTO ("THAW CONTRACTURE") OU RIGOR DE DESCONGELAMENTO ("THAW-RIGOR")

A contração de descongelamento é o encurtamento durante o descongelamento da carne congelada no estado de *pré-rigor mortis*.

PERRY (1950), citado por LOCKER (1985), utilizando o *M. sartorius* de sapo foi o primeiro pesquisador a estudar o drástico encurtamento que ocorre durante o descongelamento do músculo congelado antes do estabelecimento do *rigor mortis*. Foi a partir do estudo de SHARP & MARSH (1953), citados por PEARSON (1971), que trabalhando com carne de baleia congelada para consumo humano, conseguiram estabelecer o significado deste fenômeno.

BENDALL (1960), citado por PEARSON (1971), postulou que a ocorrência de um "fluxo" de sal no descongelamento com liberação de íons cálcio e temporária inativação do fator de relaxamento das fibras eram responsáveis pela contração durante o descongelamento da carne congelada em *pré-rigor mortis*.

Durante o descongelamento, mais de 47% do peso total pode ser exsudado sob a forma de gotejamento durante contração severa (SHARP & MARSH, 1953), citados por LOCKER(1985). LOCKER (1985), observou 80% de encurtamento em carne de baleia congelada em uma estação da costa da Nova Zelândia. Segundo o mesmo autor, um bom relato de encurtamento pelo

descongelamento, o qual inclui músculos suínos e de frangos, foi dado por LUYET (1966).

Conforme LUYET (1966), o fenômeno designado como rigor de descongelamento ("thaw-rigor") apresenta características essenciais como as que seguem: (1) o músculo fica encurtado em 20% do seu comprimento original, sendo esta uma contração maior que a obtida por alguma outra forma de estimulação fisiológica; (2) o músculo fica consideravelmente intumescido; (3) o músculo exsuda um fluido ácido que representa cerca de 35% do peso original; (4) o músculo sofre um desarranjo estrutural: suas estrias ficam desorganizadas como "bandas irregulares" e passam de um estado quase transparente à turbido, uma mudança indicativa de precipitação, floculação e/ou coagulação; (5) o músculo mostra as mesmas reações químicas e enzimáticas observadas no *rigor mortis*.

2.7.4 - UTILIZAÇÃO DO APARELHO WARNER-BRATZLER (WBS)

Para avaliação da maciez da carne, pode-se utilizar métodos subjetivos e objetivos. Subjetivamente, a maciez pode ser avaliada através de testes de degustação pela análise sensorial. Objetivamente, através de métodos que utilizam aparelhos que medem a força que deve ser aplicada a uma amostra antes de ser totalmente cisalhada, partida, amassada ou penetrada. O grau de maciez é inversamente proporcional à resistência da amostra.

O método mais utilizado para avaliação da maciez utiliza o aparelho Warner-Bratzler Shear, cujos resultados se correlacionam muito bem com medidas subjetivas (BRISKEY & KAUFFMAN, 1971 e SWATLAND, 1984).

Alguns autores avaliaram a relação da maciez da carne suína, obtida pelo Warner-Bratzler Shear, com outros parâmetros de qualidade. Uma relação não significativa entre cor, medida subjetivamente, e força de cisalhamento, foi

observada por SKELLEY et alii (1973). DAVIS et alii (1975), discordando do resultado obtido por SKELLEY et alii (1973), observaram uma correlação significativa, entre a medida objetiva de cor, por reflectância, e força de cisalhamento igual a - 0,40 ($P < 0,01$).

Conforme LAWRIE (1974), a capacidade de retenção de água das proteínas musculares, que depende do pH, se reflete na maciez. Valores de maciez marcadamente mais baixos em músculos que tiveram menor perda de líquido por aquecimento foram encontrados por SAYRE et alii (1964). Alguns autores não obtiveram correlação significativa entre maciez, pelo Warner-Bratzler Shear, e perda de líquido por aquecimento (DAVIS et alii, 1975 e De VOL et alii, 1988).

POSTE et alii (1993) verificando as correlações dos valores de maciez da carne suína provenientes da análise sensorial e instrumental (WBS) quando afetados pelas técnicas de amostragem, maiores correlações entre as avaliações sensoriais e instrumentais de maciez foram observadas quando cilindros, ao invés de pedaços (fatias) de carne, eram utilizados para a análise sensorial. Globalmente, diferenças similares nos valores médios da maciez foram verificados para os três tipos de amostras utilizados no experimento, ou seja, cilindros perpendiculares ao sentido das fibras musculares, cilindros paralelos ao sentido das fibras musculares e pedaços (fatias) de carne. Também verificaram que os cilindros paralelos apresentavam valores de correlação tão bons quanto ou melhores que os cilindros perpendiculares. Do ponto de vista prático, segundo os autores, cilindros paralelos são mais fáceis de obter do que cilindros perpendiculares.

Segundo van der WAL et alii (1995), que estudaram o resfriamento de carcaças suínas com ênfase nos efeitos da temperatura, perda de peso e qualidade final da carne, verificaram que não ocorreu efeito negativo sobre a qualidade da carne submetida a vários procedimentos de resfriamento forçado. Por outro lado,

efeitos negativos de encurtamento pelo frio foram indicados pelo aumento da força de cisalhamento (WBS) após resfriamento ultra-rápido, especialmente com velocidades altas de ar (4m/s).

IVERSEN et alii (1995) estudando o *M. longissimus dorsi* de suínos afirmaram que embora o encurtamento do músculo tenha sido reduzido devido ao atraso de 6 horas para a desossa após a sangria, as amostras mostraram considerável endurecimento pelo frio apresentando valores WB de 77,9 N/m², bem acima de 60 N/m² considerado como limite de maciez aceitável quando avaliado em painel sensorial. Para a carne não maturada, o endurecimento pelo frio tem, entretanto, ocorrido sem encurtamento severo (cortes excisados 6 horas após a sangria).

2.7.5 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM)

Segundo DAVIS et alii (1980), o Índice de Fragmentação Miofibrilar identifica diferenças na integridade da fibra muscular e parece estar relacionado aos valores de maciez da análise sensorial e da força de cisalhamento Warner-Bratzler. Presumivelmente o Índice de Fragmentação Miofibrilar está relacionado à degradação do tecido *post mortem* e enfraquecimento estrutural.

JOHNSON et alii (1990), em experimento que comparava dois grupos raciais de bovinos de corte, referiram que seus resultados de fragmentação miofibrilar sugeriam que as diferenças devido aos grupos raciais apoiavam-se provavelmente no componente fibra muscular, que por sua vez, seria influenciado pelas enzimas endógenas durante a maturação *post mortem* normal.

Conforme LOCKER (1960), grande parte do processo de amaciamento (tenderização) natural *post mortem* ocorre pela atuação das proteínas miofibrilares. DAVIS et alii (1980), observando que a principal mudança durante a estocagem *post mortem* do músculo é desintegração gradual da miofibrila,

tentaram desenvolver uma metodologia que pudesse medir o fenômeno com precisão e propuseram o IFM como método. Baseando-se nos presentes conhecimentos químicos, físicos ou medidas histológicas, a metodologia de fragmentação, segundo DAVIS et alii (1980), pode ser um dos melhores métodos objetivos para predizer a maciez de músculo cru. A fragmentação tem potencial como técnica e poderá ser um método objetivo para separar carcaças em grupos homogêneos de maciez.

Segundo REAGAN et alii (1975), uma metodologia que possa ser aplicada em músculo cru para avaliação rápida e precisa da maciez teria imenso valor para a indústria da carne.

HORTÓS et alii (1994) ao verificarem o efeito da atividade da calpaína e da catepsina sobre as miofibrilas do *M. longissimus dorsi* suíno durante a maturação da carne normal e exsudativa, utilizaram a técnica de OLSON et alii (1976) para determinar o IFM. Concluíram que: (1) o efeito do tempo de estocagem sobre a taxa de maturação, (2) o IFM e (3) a solubilidade da proteína miofibrilar em carne normal foram significantes ($p < 0,01$). Nos suínos, o IFM e a solubilidade da proteína miofibrilar de carnes normais aumentaram acima de 100% (109,6% e 114,2%, respectivamente) após 14 dias de estocagem *post mortem* a 4°C, e verificaram entretanto pouca mudança do IFM nas carnes PSE.

MOLLER & VESTERGAARD (1986) pretendendo analisar os efeitos da suspensão das carcaças durante o *rigor mortis* sobre a maciez do lombo suíno (*M. longissimus dorsi*), isolaram as miofibrilas para determinar o IFM; concluíram que o IFM não se relacionou com a força de cisalhamento e também não foi afetado pela suspensão das carcaças. Esta conclusão concorda com JEREMIAH (1984) sobre a fragmentação da fibra muscular, mas é contrária a outro parecer no qual o músculo estirado deveria influenciar a fragmentação da fibra muscular (HOSTETLER et alii, 1975).

2.7.6 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS)

Desde que LOCKER (1960) estabeleceu a relação do encurtamento muscular (encurtamento pelo frio ou “cold-shortening”) com maciez de carne, vários pesquisadores conduziram seus trabalhos sobre esta relação (MARSH & LEET, 1966 e HERRING et alii, 1965). Foi demonstrado claramente que músculos tratados para modificarem os comprimentos de sarcômeros, demonstraram alta correlação positiva entre comprimento de sarcômero (CS) e maciez.

O método mais utilizado para medir CS é o de observar o tecido sem coloração sob microscopia de contraste de fase com objetiva de imersão em óleo: o espaço entre duas linhas Z é medido com uma escala microscópica. A escala pode estar impressa na ocular do microscópio ou pode-se projetar a imagem para um monitor de vídeo e a partir dali executar medidas com um analisador de imagem (CROSS et alii, 1980).

CROSS et alii (1980), comparando os vários processos de medida de CS: por difração de raios laser, por microscopia com escala micrométrica e por microscopia com análise de imagem, verificaram que os processos de medida não diferiam mesmo quando efetuados por vários técnicos.

WEBER et alii (1988) compararam dois métodos para medida de CS em *M. longissimus dorsi* suíno. Um deles consistia em utilizar o microscópio ótico de projeção e o outro em utilizar um difratômetro a laser computadorizado, cuja montagem foi proposta pelo autor. Os resultados dos comprimentos de sarcômeros para amostras do músculo fresco sem fixação foram $1,67 \pm 0,07\mu\text{m}$ pela leitura a laser e $1,77 \pm 0,06\mu\text{m}$ pelo microscópio ótico. Os coeficientes de correlação entre os CS e as forças de cisalhamento (WB) foram -0,54 na leitura a laser e -0,53 com o microscópio. Com a boa superposição dos resultados restou aos autores concluir que utilizar o difratômetro a laser economizaria tempo na preparação da amostra.

EIKELENBOOM & COSTA (1988) efetuaram medidas de CS com um detetor (probe) acoplado à fibra ótica em *M. longissimus dorsi* suínos provenientes de 70 animais halotano positivos e de 70 animais halotano negativos. A relação encontrada pelos autores entre o CS e as características de boa qualidade de carne sugeriram que carne PSE teria sarcômeros maiores. A observação pode ser parcialmente atribuída à textura macia ou frouxa usual na carne PSE. Segundo OFFER & TRININCK (1983), citados por EIKELENBOOM & COSTA (1988), a carne PSE está associada com o encolhimento transversal dos filamentos de actina e miosina, que afeta a retenção de água e a estrutura. As médias e os desvios padrões dos comprimentos de sarcômero encontrados no experimento foram $1,60 \pm 0,01\mu\text{m}$ para suínos halotano negativos e $1,67 \pm 0,01\mu\text{m}$ para suínos halotano positivos ($p \leq 0,001$).

JONES et alii (1991) realizaram dois experimentos para estudar o resfriamento criogênico (resfriamento em temperatura muito baixa e velocidade muito alta) de carcaças suínas e seus efeitos sobre a qualidade do músculo, populações bacterianas e palatabilidade. No primeiro experimento verificaram encolhimento das carcaças suínas normais pelo frio após a imersão destas em nitrogênio líquido em 2 tempos distintos: 1 e 3 minutos. No segundo experimento, utilizaram 2 grupos de carcaças suínas, um de animais halotano negativos e outro de animais halotano positivos; aplicaram estimulação elétrica nos dois grupos e depois submeteram as carcaças à imersão em nitrogênio líquido por 3 minutos. O resfriamento rápido pelo nitrogênio líquido provocou o encolhimento pelo frio quando se comparou com o resfriamento convencional. Pelos resultados obtidos, parece que a carne suína com pH baixo (PSE) ou com pH normal, medido aos 45 minutos *post mortem* é relativamente imune ao endurecimento pelo frio nas condições aplicadas neste experimento.

FELDHUSEN & KÜHNE (1992), avaliando os efeitos do resfriamento ultra-rápido e da maturação sobre o CS e a maciez de carne suína normal e PSE, verificaram que o congelamento a curto prazo após o resfriamento ultra-rápido da

musculatura com glicólise normal mostrou encurtamento pelo frio com 33,5% de contração dos sarcômeros do *M. longissimus dorsi* e 38,3% de contração dos sarcômeros do *M. semimembranosus*. Foi observado ao mesmo tempo considerável aumento da força de cisalhamento e da firmeza. Após um período de maturação de 48 horas *post mortem* os sarcômeros aumentaram em comprimento, por isso, em comparação com as medidas obtidas antes do começo do resfriamento, foi alcançado 88 a 84% do comprimento original, respectivamente. Estes autores concluíram que o CS e a força de cisalhamento de músculos com glicólise acelerada (PSE) não são afetados pelo procedimento de resfriamento.

FERNANDEZ (1994), analisando o efeito da alta temperatura *post mortem* sobre o desenvolvimento de carne suína pálida, flácida e exsudativa (PSE) e sua interação com o pH final, utilizou animais que receberam injeções de adrenalina com o objetivo de esgotar as reservas de glicogênio muscular. Os músculos dos animais permaneceram a 12 e 35°C durante o desenvolvimento do *rigor mortis* e 24 horas *post mortem* o CS não diferiu significativamente do valor obtido com a temperatura de rigor.

SWATLAND (1995), analisando músculos do pescoço suíno (*M. sternohyoideus*) e músculos contralaterais com o auxílio de um espectrofotômetro de transmissão e utilizando luz próxima ao infra-vermelho ("near infrared"- NIR) verificou que os músculos do pescoço mantidos estirados durante o desenvolvimento do rigor, apresentaram comprimentos maiores de sarcômeros ($2,52 \pm 0,63\mu\text{m}$) em relação à músculos mantidos não estirados ($1,83 \pm 0,67\mu\text{m}$, com $p \leq 0,005$). Com o uso da luz próxima ao infra-vermelho (800nm) verificou que em algumas orientações das fibras musculares ocorria um aumento da transmitância bem como um aumento do CS de 1,2 para 1,5 μm . Quando a transmitância diminuía o CS aumentava para 3,5 μm . Desta forma a birrefringência era proporcional à sobreposição dos filamentos grossos e finos, até que o alinhamento dos mesmos acabasse determinando um encurtamento

severo. A transmitância da luz polarizada e o CS apresentaram uma correlação positiva de, $R=0,98$ ($p\leq 0,01$). Estes resultados suportariam também a hipótese de que a refração da luz passando através das miofibrilas poderia estar envolvida na palidez relacionada ao pH da carne.

2.8 - RESUMO (COMPILAÇÃO) DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CARNE SUÍNA PSE

Como foi exposto na revisão bibliográfica, a maciez da carne suína PSE, bem como as demais características pertinentes a este tipo de carne, estão intimamente ligadas à queda brusca de pH logo após o abate. A queda deve ocorrer antes da dissipação de calor da massa muscular provocando desnaturação das proteínas miofibrilares. Como a extensão da desnaturação protéica depende da temperatura do músculo e do valor de pH após o abate, então quanto mais alta for a temperatura do músculo e menor o pH, maior será a desnaturação protéica. A desnaturação vai causar redução da solubilidade protéica, redução da capacidade de retenção de água, redução da coloração e alteração de textura. A alteração de textura se traduz por aumento da maciez da carne suína PSE.

Os métodos de resfriamento rápido de carcaças e os métodos de cortes das carnes potencialmente PSE foram analisados e discutidos na presente revisão e prevaleceu a informação de que os métodos de resfriamento rápido favoreceriam a preservação da carne suína e atenuariam as características PSE. Porém a utilização destes métodos poderia causar danos a outros atributos de qualidade como: aparência (principalmente a cor), ressecamento de superfície, maior perda de suco no descongelamento e encurtamento das fibras musculares pela ação do frio que afetaria diretamente a maciez.

Com relação à utilização dos métodos objetivos para avaliação da textura, pode-se constatar que todos eles se distinguem entre si. Desde sua introdução (WARNER, 1928; BRATZLER, 1932, 1933), citados por VOISEY & LARMOND, 1974, o aparelho Warner-Bratzler (WBS), com lâmina projetada para cisalhar carnes tem sido utilizado para medir maciez em carnes. A literatura indica que há correlação entre as leituras de WBS e os resultados através de análise sensorial. Então há vantagem em se usar o WBS pela obtenção de uma medida objetiva (física) e pelo custo operacional baixo.

Como sabemos, o processo de tenderização (amaciamento) natural da carne *post mortem* se relaciona com o componente miofibrilar das células musculares. Foi desenvolvido o IFM para medir a gradual desintegração das miofibrilas proposto por DAVIS et alii (1980). Outros autores, em trabalhos anteriores, propuseram outras formas para medir o IFM. Uma delas seria com a utilização de espectrofotometria para medir através da turbidez uma suspensão de miofibrilas.

Finalmente a revisão bibliográfica permitiu verificar que a partir dos anos 60, muitos pesquisadores enfatizaram a relação entre o encurtamento do sarcômero pelo frio ou "cold-shortening" e maciez da carne. Isto significa que entre os músculos tratados de modo a preservar o comprimento de sarcômero pode-se verificar alta correlação entre maior CS e maciez de carne. Os tratamentos empregados para esta finalidade são resfriamentos em velocidades e tempos distintos onde cada um apresenta vantagens e desvantagens.

O presente estudo, verificará o comportamento da carne suína PSE frente aos diferentes tratamentos de resfriamento e desossas e o reflexo destes nos três índices (WBS, IFM e CS) e as possíveis correlações entre eles com o intuito de predizer a qualidade final deste tipo de carne.

3 - OBJETIVOS

- O objetivo do trabalho foi avaliar a maciez (textura) da carne suína com o auxílio das diferentes análises propostas: Força de Cisalhamento utilizando o texturômetro TA-XT2 equipado com acessório (probe) tipo Warner-Bratzler (WBS), Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) e Comprimento de Sarcômero (CS).
- Verificar se as características medidas apresentam correlação entre si e com os demais atributos de qualidade da carne suína (pH, CRA e cor).
- Verificar se as análises apresentam correlação entre si.
- Verificar se algum dos tratamentos térmicos de resfriamento de carcaças e a desossa à quente contribui para a melhoria da textura (maciez) da carne suína normal e, principalmente, da carne suína PSE.
- Verificar se estas análises seriam capazes de distinguir as carcaças suínas normais das PSE.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - LOCAL E PERÍODO

Os quatro abates, dos quatro lotes distintos de suínos, foram realizados no abatedouro experimental do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), no período de 07 de agosto a 10 de outubro de 1995.

As análises de pH, temperatura, cor e CRA, foram realizadas no Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). As determinações de IFM e CS, no Laboratório de Microestrutura de Alimentos (LMA) do Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição (DEPAN) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e as de Força de Cisalhamento por WBS, foi realizada, parte no Laboratório de Cereais do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e parte no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), no período de 07 de agosto de 1995 a 30 de março de 1996.

4.2 - ANIMAIS

Foram utilizados 48 animais, sendo 36 da raça Pietrain e 12 híbridos comerciais (cruzamento das raças Large White x Pietrain), fêmeas, produzidos pela empresa AGROCERES S. A., localizada no município de Rio Claro, estado

de São Paulo. Este plantel de 48 animais foi dividido em 4 lotes de 12 animais cada, sendo todos os animais procedentes de uma única granja e selecionados geneticamente com relação a suscetibilidade ao estresse. Destes 48 animais, 36 eram halotano positivos (HP), homozigotos recessivos (locus Hal, genótipo Hal^h Hal^h) da raça Pietrain e 12 eram halotanos negativos (HN), heterozigotos (locus Hal, genótipo Hal^N Hal^h) provenientes do cruzamento entre as raças Large White e Pietrain. A idade dos animais destinados ao abate estava em torno de 150 dias (5 meses) com defasagem de 15 dias de idade entre cada lote de 12 animais. Com isso todos os animais em cada um dos 4 abates realizados durante o experimento possuíam a mesma idade.

No decorrer do experimento morreram 8 animais, sendo 5 animais do 2º lote, 2 animais do 3º lote e 1 animal do 4º lote, restando somente 40 dos 48 animais selecionados.

As mortes foram ocasionadas, provavelmente, por estresse devido ao carregamento dos animais até o caminhão transportador, ao período de espera até o abate, ou ainda, durante o período final de engorda dos animais a nível de granja. Os sinais que os animais apresentavam durante e após a morte eram típicos da Síndrome do Estresse Suíno, conforme TOPEL et alii (1968).

4.3 - AMOSTRAGEM

Como citado no item anterior, foram realizados 4 abates em períodos distintos no decorrer do experimento, sendo os 40 animais abatidos normalmente, com utilização de insensibilização elétrica e sangria do tipo horizontal.

As 40 carcaças utilizadas no experimento apresentavam-se divididas em duas metades no sentido longitudinal, sem gordura peri-renal e diafragma,

permanecendo a cabeça e os pés. O termo carcaça foi utilizado para denominar as meias carcaças esquerdas.

As amostras de carnes utilizadas para as diversas análises do presente trabalho eram provenientes dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* que foram retirados das 40 meias carcaças esquerdas.

4.4 - TRATAMENTOS

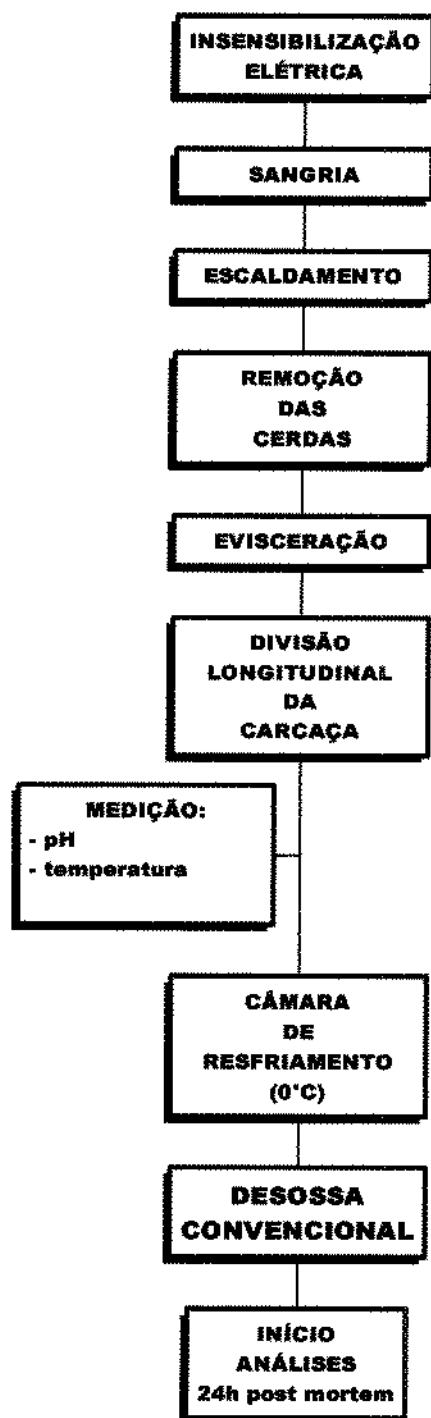
Foram utilizados, a princípio, 48 animais divididos em 4 lotes de 12 animais cada. Dos 12 animais de cada lote, 9 eram comprovadamente suscetíveis ao estresse. Através de teste genético (FUJII et alii, 1991) realizado no Laboratório de Genética do Instituto de Biologia da UNICAMP foi evidenciada a presença do gene "Halⁿ" nesses animais. Os 3 animais normais foram utilizados como referência.

Dos 9 animais suscetíveis ao estresse, cada grupo de 3 carcaças recebeu um tipo específico de refrigeração e uma desossa dentre 2 tipos estipuladas para o trabalho. As carcaças dos 3 animais normais receberam tratamento térmico em câmara de resfriamento (0°C) e desossa convencional. Em resumo:

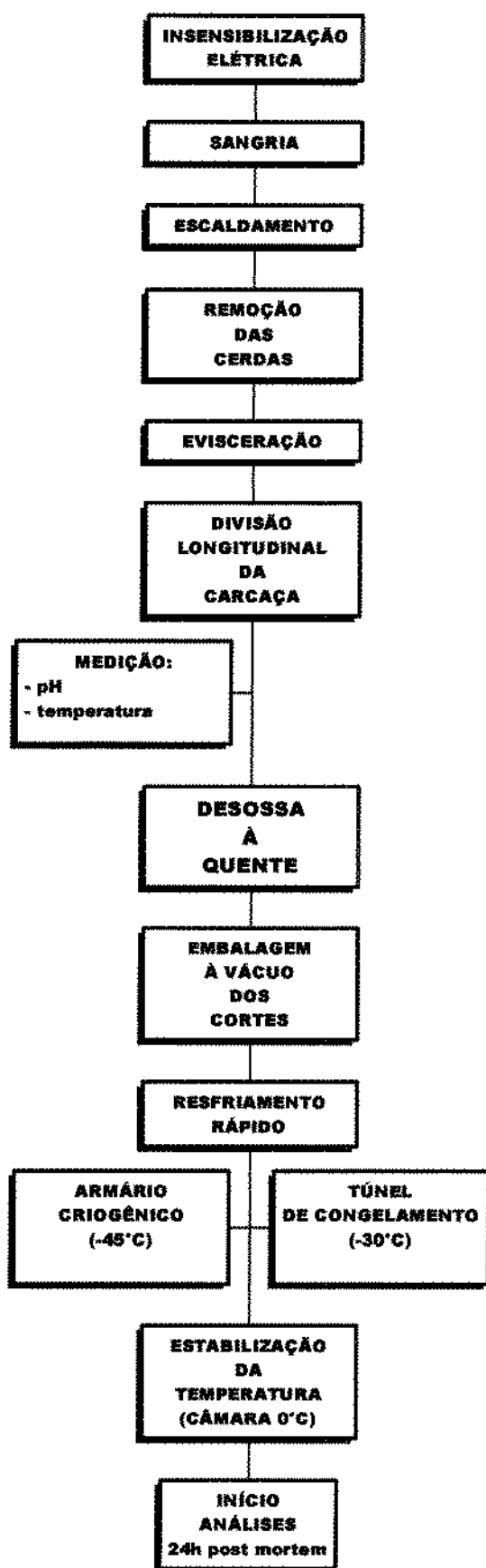
- Tratamento 1 - carnes PSE/desossa à quente/armário criogênico -45°C;
- Tratamento 2 - carnes PSE/desossa à quente/túnel de congelamento -30°C;
- Tratamento 3 - carnes PSE/desossa convencional/câmara resfriamento 0°C;
- Tratamento 4 - carnes NÃO PSE/desossa convencional/câmara resfriamento 0°C.

Nos Tratamentos 1 e 2, o lombo (*M. longissimus dorsi*) e o coxão (*M. semimembranosus*) esquerdos foram retirados das carcaças após a pesagem das mesmas.

4.4.1 – PROCESSO DE ABATE – DESOSSA CONVENCIONAL



4.4.2 – PROCESSO DE ABATE – DESOSSA À QUENTE



4.5 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

A qualidade da carne foi avaliada quanto aos valores de pH, Temperatura, Capacidade de Retenção de Água (CRA), Cor e Textura. Citam-se a seguir as metodologias adotadas na ordem de realização.

4.5.1 - pH E TEMPERATURA

As medidas foram tomadas no lombo (*M. longissimus dorsi*) esquerdo entre a 4ª e 7ª vértebras torácicas, utilizando um medidor de pH e temperatura digital portátil, da marca SENTRON, modelo 1001-004 com auxílio de uma sonda em aço inoxidável (Meatfet) desenhada para medir pH e temperatura em carnes.

A primeira medida de pH e temperatura foi realizada logo após a divisão longitudinal de cada carcaça, aproximadamente 45 minutos após a morte do animal. A segunda, foi realizada aproximadamente 24 horas após a morte do animal. Uma terceira medida foi realizada após 8 dias de armazenamento refrigerado convencional para as amostras de todos os Tratamentos.

Com o auxílio de termopares conectados a um medidor de temperatura digital de mesa, foram acompanhadas as temperaturas durante os processos de resfriamento rápido, sendo realizadas medições a cada 2-3 minutos até a temperatura da superfície da carne atingir -2°C nas peças de lombo e coxão provenientes das carcaças esquerdas.

4.5.2 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Foram realizadas 2 tipos de análise de capacidade de retenção de água, a partir de amostras dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*.

4.5.2.1 - AVALIAÇÃO DA CRA PELO MÉTODO DE PRENSAGEM EM PAPEL FILTRO PROPOSTO POR GRAU & HAMM (1953,1957)

A CRA foi avaliada empregando-se a metodologia de GRAU & HAMM (1953,1957), descrita por TROUT (1988) e BECHTEL (1986) e com algumas modificações no presente trabalho.

Amostras de $0,500\text{g} \pm 0,005\text{g}$ foram retiradas do *M. semimembranosus* 24 horas *post mortem* e colocadas entre dois discos de papel filtro Whatman nº 1 (modificação, técnica original preconiza uso de um disco de papel filtro). O conjunto foi colocado entre duas placas de "plexiglass" e submetido a uma pressão de 500lb/pol^2 com uma prensa hidráulica durante 2 minutos. Após a prensagem, foi medida a área da amostra inicial (A) e a área total (T), com auxílio de um planímetro. O valor $G = A/T$ para cada amostra foi calculado.

4.5.2.2 - AVALIAÇÃO DA CRA PELO MÉTODO DA GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES PROPOSTO POR XIONG & BREKKE (1989) COM MODIFICAÇÕES

A CRA foi também avaliada empregando-se a metodologia descrita por XIONG & BREKKE (1989), com algumas modificações.

Os géis (oriundos da fração protéica miofibrilar dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*) foram preparados em duplicata pipetando-se 20ml da suspensão protéica 2% (preparada 24 horas *post mortem*) em tampão fosfato de sódio 0,05M pH 7,0 contendo 0,6M NaCl. Transferiu-se para tubos de centrífuga, vedados com filme de PVC e efetuou-se o aquecimento em banho-maria durante 30 minutos a 75°C. As amostras foram a seguir resfriadas em gelo e mantidas sob refrigeração durante 12 horas. Procedeu-se nova centrifugação refrigerada durante 15 minutos a 3000 rpm (centrífuga SORVAL RC 2B com rotor tipo GSA). A capacidade de retenção de água da fração de proteínas

miofibrilares foi determinada por $[1 - (\text{peso da água separada} / \text{peso da fração miofibrilar})] \times 100$.

4.5.3 - COR

Foi medida objetivamente utilizando-se o colorímetro digital portátil marca MINOLTA , modelo CR-200b a partir da superfície de amostras, dos lombos esquerdos entre a 4ª e 7ª vértebras torácicas, cortadas em forma de bifes, no sentido transversal às fibras musculares. Foram obtidos valores de L, a, b de acordo com o sistema Hunter.

4.5.4 - TEXTURA / MACIEZ

4.5.4.1 - FORÇA DE CISALHAMENTO POR WARNER-BRATZLER SHEAR (WBS)

Após 8 dias de estocagem refrigerada (0-2°C), as amostras foram retiradas dos lombos esquerdos entre a 8ª e 12ª vértebras torácicas. O músculo cru (*M. longissimus dorsi*) foi cortado em bifes de 2,0 - 2,5 cm de espessura que foram cozidos separadamente em sacos plásticos termoresistentes, imersos em água em ebulição, até a carne atingir a temperatura interna de 72°C. A temperatura foi acompanhada através de termopares acoplados a um termômetro digital de mesa.

Após cozimento e resfriamento à temperatura ambiente, os bifes foram cortados em cilindros de 1,3 cm de diâmetro no sentido longitudinal às fibras do músculo, com o auxílio de uma furadeira com broca circular adaptada.

Os cilindros de carne foram cisalhados no texturômetro marca Stable Micro System, modelo TA-XT2, com acessório tipo WBS, e a força de

cisalhamento foi obtida para todas as amostras calculando-se a média de 9 cilindros por bife.

4.5.4.2 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM)

As amostras foram retiradas dos lombos esquerdos entre 12^a e 14^a vértebras torácicas. Foi utilizado como base para este experimento o método de DAVIS et alii (1980), para verificar a fragmentação miofibrilar. Algumas modificações no método foram necessárias a fim de torná-lo rápido, prático e adequado aos equipamentos e materiais existentes no laboratório. Foram realizadas 2 medidas para todas as amostras. Uma, às 24 horas e outra, aos 8 dias após o abate.

• Material utilizado:

⇒ Equipamentos:

- Homogenizador (marca TECNAL, modelo TE102);
- Bomba de vácuo (marca PRIMAR, modelo 141, tipo 2VC, ¼ de C.V., 37 l/min. de deslocamento);
- Centrífuga refrigerada (marca SORVALL INSTRUMENTS - DU PONT, modelo RC5C, rotor SS-34).

⇒ Reagentes:

- KCl, P.A. (marca Reagen);
- Sacarose, P.A. (marca Reagen);
- Phenylmethylsulfonyl Fluoride (PMSF) (marca SIGMA);
- Solução oftálmica à base de Cloranfenicol - 4mg/ml (marca Óculum).

⇒ Vidraria:

- Kitassatos de 250, 500 e 1000 ml (marca PYREX);
- Tubos longos em vidro comum para homogenização feitos sob medida com 17,5 cm de altura e 3,0 cm de diâmetro;
- Adaptador tubular em vidro comum para bomba de vácuo com 4 entradas e uma saída feito sob medida com 22,5 cm de comprimento e entradas e saída com 0,8 cm de diâmetro.

⇒ Outros:

- Sacos plásticos, para embalar amostras de carne à vácuo, tipo Barrier Bag BB-300 (marca CRYOVAC - Grace Packaging);
- Peneiras pequenas em aço inox com 8,0 cm de diâmetro, 6,0 cm de altura, 60 de mesh/tyler e 0,250 mm ou 250 μ m de abertura (marca GRANUTEST);
- Funis de Büchner tamanho 3-70 (marca CHIAROTTI);
- Tubos plásticos com tampas para centrífuga com 10,0 cm de altura e 3,0 cm de diâmetro (marca SORVALL INSTRUMENTS - DU PONT);
- Mangueiras de borracha siliconizada com 1,0 cm de diâmetro;
- Vedantes de borracha circulares, para acoplar nas peneiras, com 3,0 cm de diâmetro e 1,3 cm de largura;
- Rolos de fitas tipo veda rosca de Politetrafluretileno (PTFE), para vedar as peneiras aos funis de Büchner, com 50 m de comprimento e 18 mm de largura (marca Firlon);

• Procedimentos:**⇒ Amostragem:**

As peças de lombo (*M. longissimus dorsi*) receberam os devidos tratamentos térmicos de refrigeração *post mortem*. Fatias de cada uma das peças, com cerca de 2,5 cm de espessura e correspondentes a cortes na secção transversal do músculo na altura da 12^a a 14^a vértebras torácicas, foram embaladas à vácuo individualmente em sacos plásticos tipo Barrier Bag BB-300 e armazenadas congeladas a -18°C.

Com o decorrer do experimento, as fatias armazenadas foram sendo desembaladas ainda congeladas, e com a ajuda de uma faca e uma tábua plástica para carnes, foram limpas de toda gordura externa e tecido epimisial, e cortadas em cubos de 11mm x 11mm.

Foram a seguir pesados em triplicata, diretamente nos tubos longos destinados à homogenização, 5 gramas destes cubos recém cortados correspondentes a cada uma das amostras de músculo *M. longissimus dorsi*.

⇒ Homogenização:

Adicionou-se a cada tubo tarado destinado à homogenização 5 gramas de amostra, 20 ml de solução refrigerada (8°C) de 0,25 M de sacarose, 0,02 M de KCl, 0,0002 M de PMSF, 100 ml de solução oftálmica à base de Cloranfenicol (4mg/ml) e água destilada em q.s.p. 1litro de solução.

As amostras foram homogenizadas em velocidade máxima no homogenizador TE-102 - TECNAL por um período padronizado em 15 segundos. Durante a homogenização os tubos eram mergulhados em recipiente contendo água refrigerada a 8°C.

⇒ Peneiragem:

As amostras foram peneiradas após homogeneização utilizando um sistema de vácuo. As peneiras foram acopladas a funis de Büchner (vedadas com o auxílio de borrachas circulares e fita veda rosca) e os funis foram acoplados a kitassatos, os quais foram ligados por meio de mangueiras a um adaptador de vidro com 4 entradas e uma saída; a saída foi conectada à bomba de vácuo. Cada grupo de 4 amostras foi peneirado com vácuo de 30-40 cm.Hg pelo tempo padrão de 5 minutos. Os resíduos das peneiras receberam os tratamentos abaixo.

⇒ Pesagem e Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM):

As peneiras anteriormente taradas, foram pesadas com o resíduo em 2 tempos distintos: logo após a peneiragem e após um período de 45 minutos de secagem à temperatura ambiente (20°C). O peso do material retido foi calculado pela diferença de peso.

O Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM), conforme DAVIS et alii (1980), é dado pela quantidade de material retido na peneira(g) x 100. Este índice poderá variar de aproximadamente 100 (muito macia) a 600 (muito dura).

⇒ Centrifugação do Material Filtrado:

O material filtrado retido nas peneiras foi centrifugado na centrífuga refrigerada a 3000 rpm, 8°C durante 10 minutos. O sobrenadante foi descartado e o sedimento pesado para verificar a relação entre o sedimento e o Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

Foi realizada uma segunda centrifugação após ressuspender o sedimento em 10 ml de Solução de Homogeneização refrigerada com o propósito de clarificar as miofibrilas fragmentadas que seriam posteriormente observadas ao microscópio.

4.5.4.3 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS)

Foram realizadas 2 medidas para todas as amostras, da mesma forma que para o IFM: a primeira foi 24 horas após o abate, e a segunda após 8 dias.

O método de SWARTZ, GREASER & MARSH (1993) utilizado para medição de sarcômeros foi bastante modificado para torná-lo adequado às condições laboratoriais existentes.

• Material utilizado:

⇒ Equipamentos:

- Microscópio ótico com sistema fotográfico acoplado, marca Carl-Zeiss-Jena, modelo JENAMED variant;
- Sistema de contraste de fase composto por ocular, objetivas e filtros especiais, marca Carl-Zeiss-Jena;
- Sistema fotográfico acoplado ao microscópio ótico, marca EXPOMET.

⇒ Vidraria:

- Lâminas e lamínulas de vidro padrão para microscopia;
- Escala de 1 mm gravada em lâmina de vidro dividida em 100 partes (10µm/intervalo), marca Nikon.

• Suspensão miofibrilar:

- Após a 2ª centrifugação do método de IFM, descrita no item 4.5.4.2, o sobrenadante foi descartado e adicionou-se ao sedimento 10 ml de Solução de Homogenização refrigerada e ressuspendeu-se pela segunda vez o sedimento.

• **Preparação do microscópio para contraste de fase:**

- Retirar a objetiva comum de imersão em óleo (100x) e colocar a objetiva de contraste de fase de imersão em óleo (Ph 100x);
- Retirar a ocular de padrão ordinário e colocar a ocular de centralização do condensador de fase; colocar o condensador de fase (0,95 - 1,40); alinhar o condensador de fase através da ocular de fase e finalmente recolocar a ocular de padrão ordinário.

• **Procedimento para a análise microscópica das miofibrilas:**

- Para cada amostra proveniente da técnica de IFM foram preparadas 3 lâminas (triplicata da triplicata) contendo fragmentos das miofibrilas que foram focalizadas em objetiva de 100x de imersão em óleo;
- Foram escolhidos os campos que continham miofibrilas com um mínimo de 10 sarcômeros com linhas Z evidentes;
- Após adequar a luminosidade pelo exposímetro, fotografaram-se as miofibrilas.

• **Procedimento para medição dos sarcômeros:**

- Fotografou-se também a mencionada escala dividida em 100 partes de 0,01 mm (10 μ m) utilizando-se o mesmo procedimento para fotografar as miofibrilas;
- Após a cópia em papel dos negativos dos filmes, mediu-se com régua de precisão, o espaço entre dois traços da escala gravada na lâmina de vidro, obtendo-se a equivalência para 10 μ m;
- O mesmo procedimento adotou-se para medir o espaço entre 11 linhas Z adjacentes em uma miofibrila, o que equivalia a 10 comprimentos de sarcômeros sucessivos, aos quais se aplicou o valor da escala.

4.6 – DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o de Blocos Completos Casualizados. O mesmo foi conduzido da seguinte forma:

- Unidade experimental: Um animal;
- Número de abates: Quatro abates, um a cada 15 dias;
- Número de replicações por abate: Três animais por Tratamento em cada abate (12 animais para cada Tratamento ao término dos 4 abates);
- Tratamentos realizados: Quatro Tratamentos com 3 fatores cada: tipo de carne, tipo de desossa e tipo de resfriamento. Como segue:

T R A T A M E N T O S				
FATORES	TRAT.1	TRAT.2	TRAT.3	TRAT.4
TIPO DE CARNE	PSE	PSE	PSE	NÃO PSE
TIPO DE DESOSSA	À QUENTE	À QUENTE	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
TIPO DE RESFRIAMENTO	ARMÁRIO CRIOGÊNICO (-45°C)	TÚNEL DE CONGELAMENTO (-30°C)	CÂMARA DE RESFRIAMENTO (0°C)	CÂMARA DE RESFRIAMENTO (0°C)

4.6.1 – ESQUEMA DA CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido da seguinte forma:

ANIMAL	ORDEM DE ABATE			
	1º ABATE	2º ABATE	3º ABATE	4º ABATE
1	TRAT.3 (1ª)	TRAT.4 (1ª)	TRAT.2 (1ª)	TRAT.1 (1ª)
2	TRAT.3 (2ª)	TRAT.4 (2ª)	TRAT.4 (1ª)	TRAT.1 (2ª)
3	TRAT.3 (3ª)	TRAT.2 (1ª)	TRAT.1 (1ª)	TRAT.3 (1ª)
4	TRAT.2 (1ª)	TRAT.3 (1ª)	TRAT.3 (1ª)	TRAT.3 (2ª)
5	TRAT.1 (1ª)	TRAT.1 (1ª)	TRAT.3 (2ª)	TRAT.1 (3ª)
6	TRAT.1 (2ª)	TRAT.1 (2ª)	TRAT.2 (2ª)	TRAT.4 (1ª)
7	TRAT.2 (2ª)	TRAT.3 (2ª)	TRAT.4 (2ª)	TRAT.4 (2ª)
8	TRAT.2 (3ª)	TRAT.2 (2ª)	TRAT.3 (3ª)	TRAT.3 (3ª)
9	TRAT.4 (1ª)	TRAT.4 (3ª)	TRAT.2 (3ª)	TRAT.2 (1ª)
10	TRAT.1 (3ª)	TRAT.3 (3ª)	TRAT.1 (2ª)	TRAT.2 (2ª)
11	TRAT.4 (2ª)	TRAT.2 (3ª)	TRAT.1 (3ª)	TRAT.2 (3ª)
12	TRAT.4 (3ª)	TRAT.1 (3ª)	TRAT.4 (3ª)	TRAT.4 (3ª)

Os índices (1ª), (2ª) e (3ª) indicam a replicação do Tratamento no Abate em questão.

4.6.2 – ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados experimentais provenientes das características avaliadas: pH, temperatura, CRA P, CRA PM, cor (L, a, b) e textura (WBS, IFM e CS), foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). Nos casos onde havia necessidade de se considerar covariáveis, tais dados foram submetidos à Análise de Covariância (ANCOVA). Para verificar quais Tratamentos diferiram, aplicou-se o Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa (Teste T) para realizar comparações pareadas das médias dos Tratamentos ao nível de 5% de significância.

Análises de Correlações dos resultados experimentais foram realizadas para indagar possíveis relações de causa-efeito entre as diferentes características de qualidade da carne suína avaliadas nesta pesquisa.

4.6.3 – PROGRAMA ESTATÍSTICO UTILIZADO

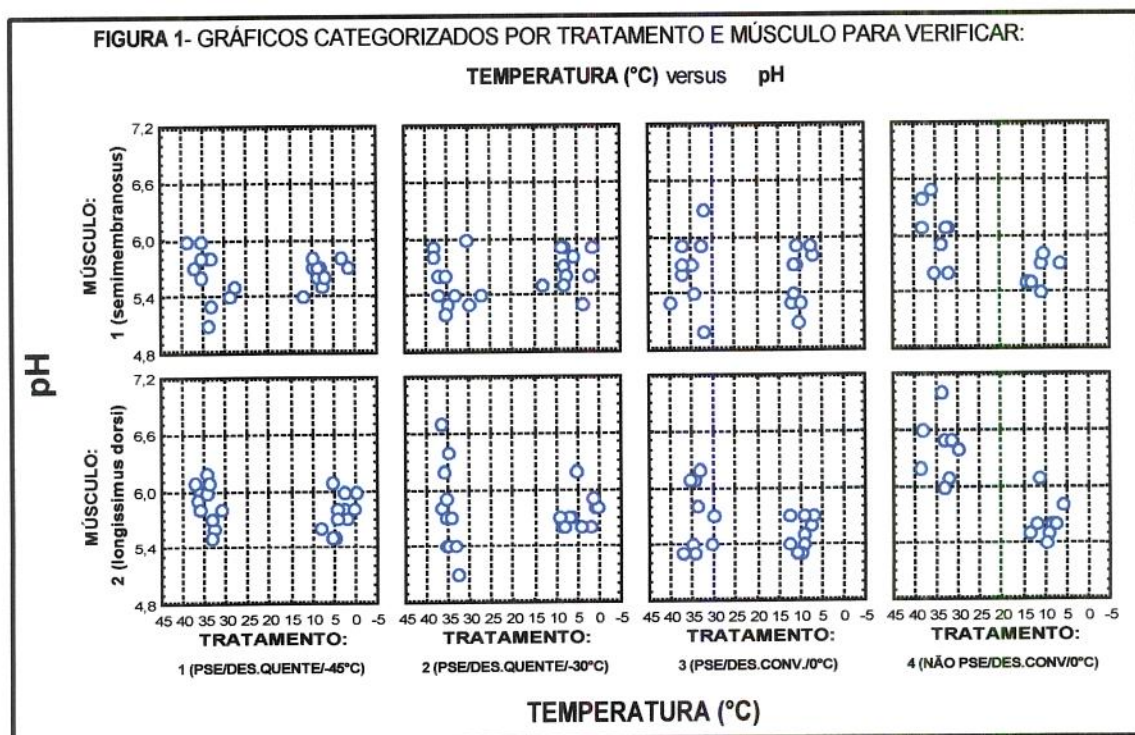
Foi utilizado o programa (pacote) estatístico “STATISTICA for Windows”–Release 5.0 A Copyright© Stat Soft, Inc. (1984-1995), o qual foi considerado muito eficiente e prático para realização das análises do presente trabalho. Recursos gráficos, tais como histogramas (de frequência e categorizados) e gráficos (de caixa categorizados e de correlação), foram muito explorados e utilizados.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos itens 4.1 a 4.5 foram apresentados o lote experimental de suínos, a localização física de procedimentos de abates e as variáveis analisadas no presente trabalho.

5.1 - TEMPERATURA

Os dados de temperatura obtidos na 1ª hora e na 24ª hora *post mortem* foram tomados juntamente com as medidas de pH conforme **Figura 1**. Ressaltando que os Tratamentos se caracterizaram por desossa quente (Tratamentos 1 e 2) e desossa convencional (Tratamentos 3 e 4) foi interessante descobrir que estas variáveis não afetaram a temperatura que ficou concentrada em torno de 35°C na 1ª hora. Continuando, as armazenagens de resfriamento rápido (Tratamentos 1 e 2) produziram temperaturas concentradas em 5°C (variando entre 0-10°C) e as convencionais (Tratamentos 3 e 4) em 10°C (variando entre 5-15°C) após a 24ª hora.



Analizando a **Tabela 1 (ANOVA)**, evidencia-se a extensa relação e significância dos efeitos (Abates, Tempos, Músculos e Tratamentos) com a temperatura, como seria esperado, inclusive para as interações entre os efeitos.

TABELA 1 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES TEMPERATURA (°C):

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES, (2)TEMPOS, (3)MÚSCULOS E (4)TRATAMENTOS EM RELAÇÃO À TEMPERATURA (°C)						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3*	34.52*	76*	5.211250*	6.625*	.000491*
2	1*	20499.15*	76*	5.211250*	3933.634*	0.000000*
3	1*	29.80*	76*	5.211250*	5.718*	.019262*
4	2*	55.60*	76*	5.211250*	10.669*	.000082*
1x2	3*	23.90*	76*	5.211250*	4.587*	.005263*
1x3	3	11.79	76	5.211250	2.262	.088013
2x3	1*	29.16*	76*	5.211250*	5.596*	.020550*
1x4	6	5.17	76	5.211250	.993	.436502
2x4	2*	61.36*	76*	5.211250*	11.775*	.000035*
3x4	2	5.00	76	5.211250	.960	.387659
1x2x3	3*	17.67*	76*	5.211250*	3.391*	.022188*
1x2x4	6	4.02	76	5.211250	.772	.594445
1x3x4	6	7.94	76	5.211250	1.524	.181787
2x3x4	2	13.73	76	5.211250	2.635	.078301
1x2x3x4	6	6.66	76	5.211250	1.279	.277179

(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de temperatura (°C).

Realizando o Teste de Fischer ou Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa ou LSD Test (Least Significant Difference Test), pode-se verificar através da **Tabela 2** quais foram os Tratamentos que obtiveram diferenças significativas entre os valores de temperatura dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* nos dois tempos distintos de análise (1 e 24h *post mortem*).

TABELA 2 - Médias e desvios padrões dos valores de temperatura (°C) avaliados em 1 e 24h *post mortem* nos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* em função dos Tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C)

TEMPO	1h <i>post mortem</i>		24h <i>post mortem</i>	
TRAT/MÚSC	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>
1	34,0727±3,2100 ^a	34,5454±1,8222 ^a	7,6818±3,0139 ^{ab}	3,7181±2,4518 ^a
2	34,4818±3,6411 ^a	35,2454±1,2356 ^a	6,6545±3,3125 ^{ab}	4,9454±3,2469 ^a
3	35,4222±2,7521 ^a	34,0000±2,2765 ^a	10,2555±1,7081 ^a	9,8444±1,9660 ^b
4 (controle)	35,1000±2,4142	34,0500±3,1527	11,2625±2,3934	9,8250±2,4719

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p < 0,5\%$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa entre os Tratamentos.

O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

Os resultados demonstram pelas letras em sobrescrito às médias de temperatura que somente no tempo 24h *post mortem* se verificou interferência dos Tratamentos sobre a temperatura final dos músculos (Tabela 2).

5.2 - MEDIDA DE pH

A importância do pH no estudo da carne suína PSE mereceu destaque no item 2.3 deste trabalho. Será agora conferida especial atenção ao pH e suas interações com as demais variáveis.

As carnes oriundas dos músculos (*M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*) responderam diferenciadamente ao pH.

Os resultados de pH e temperatura obtidos nos 4 abates estão relacionados na **Tabela de Dados A (anexo)** onde estão 156 medidas de pH obtidas na 1ª hora e na 24ª hora após os abates, efetuadas no Músculo 1 (*M. longissimus dorsi*) e Músculo 2 (*M. semimembranosus*) de todos os abates.

A análise de variância (**Tabela 3 - ANOVA**) dos valores de pH testou os efeitos dos abates, tempos, tipos de músculo e Tratamentos na **carne suína PSE** (Tratamentos 1, 2 e 3) e detectou os seguintes efeitos significativos:

- Tratamentos ($p=0,03$);
- Músculos ($p<0,1\%$);
- Abates ($p<0,1\%$).

TABELA 3 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE pH:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES, (2)TEMPOS, (3)MÚSCULOS E (4)TRATAMENTOS EM RELAÇÃO AO pH						
EFEITOS	g.l.	Q.M.	g.l.	Q.M.	valor F	nível p
Efeito	Efeito	Efeito	Erro	Erro		
1	3*	.433262*	76*	.066009*	6.563710*	.000526*
2	1	.010538	76	.066009	.159640	.690609
3	1*	.537634*	76*	.066009*	8.144894*	.005562*
4	2*	.234403*	76*	.066009*	3.551095*	.033546*
1x2	3*	.249243*	76*	.066009*	3.775915*	.013922*
1x3	3	.107139	76	.066009	1.623110	.191012
2x3	1	.220215	76	.066009	3.336148	.071700
1x4	6	.130157	76	.066009	1.971809	.080126
2x4	2	.059880	76	.066009	.907147	.408000
3x4	2	.040642	76	.066009	.615699	.542936
1x2x3	3	.056643	76	.066009	.858114	.466640
1x2x4	6	.036047	76	.066009	.546099	.771493
1x3x4	6	.036386	76	.066009	.551237	.767528
2x3x4	2	.002181	76	.066009	.033044	.967510
1x2x3x4	6	.023666	76	.066009	.358522	.902775

(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de pH.

Não houve influência significativa do efeito dos tempos de análise (1h e 24h) nos valores de pH ($p=0,69$).

Quanto as interações existentes entre os efeitos abordados anteriormente, a única influência significativa sobre o pH ocorreu entre os efeitos abates x tempos ($p=0,013$), conforme a **Tabela 3 (ANOVA)**.

Realizando o Teste de Fischer ou Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa ou LSD Test (Least Significant Difference Test) sobre os valores de pH dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* nos tempos distintos de análise (1 e 24h), verifica-se através da **Tabela 4** quais foram os Tratamentos que causaram diferenças significativas entre os valores de pH.

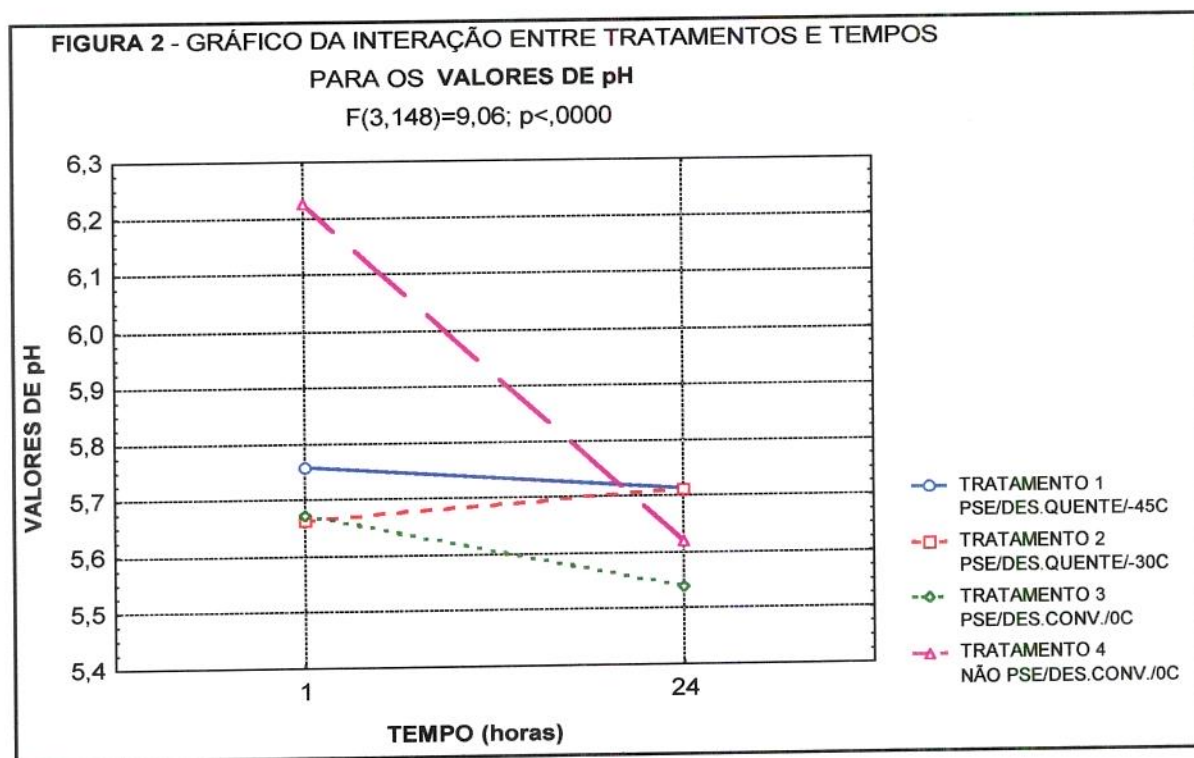
TABELA 4 - Médias e desvios padrões dos valores de pH avaliados em 1 e 24h *post mortem* nos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* em função dos Tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C)

TEMPO	1h <i>post mortem</i>		24h <i>post mortem</i>	
TRAT/MÚSC	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>
1	5,6363±0,2873 ^a	5,8818±0,2227 ^a	5,6545±0,1213 ^a	5,7727±0,2004 ^a
2	5,5363±0,2656 ^a	5,7909±0,4826 ^a	5,6818±0,1990 ^a	5,7454±0,1809 ^a
3	5,6444±0,3811 ^a	5,7000±0,3674 ^a	5,5666±0,2958 ^a	5,5111±0,1691 ^b
4 (controle)	6,0375±0,3292	6,4125±0,3181	5,6000±0,1414	5,6375±0,2199

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p < 0,1\%$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa entre os Tratamentos.

O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

5.2.1 - INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E TEMPOS SOBRE OS VALORES DE pH



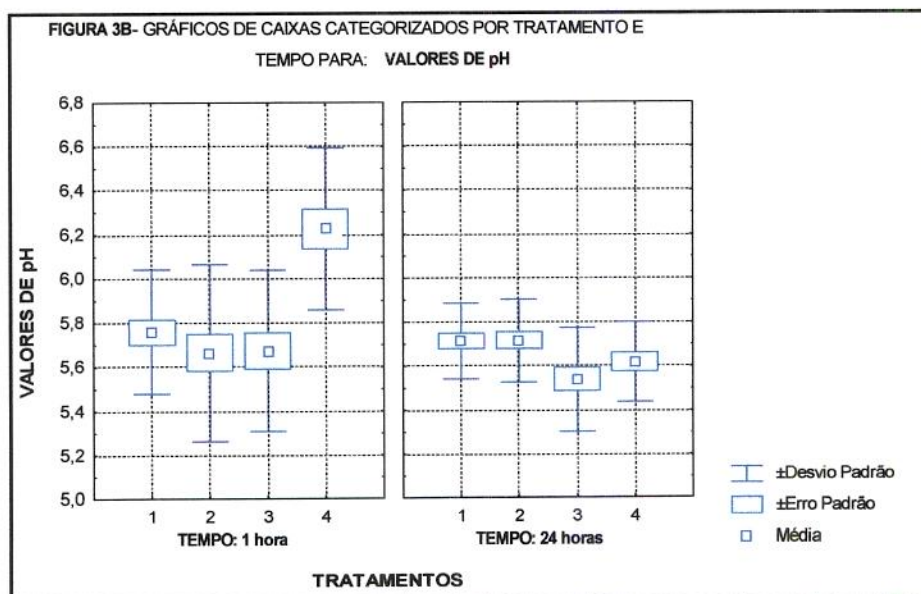
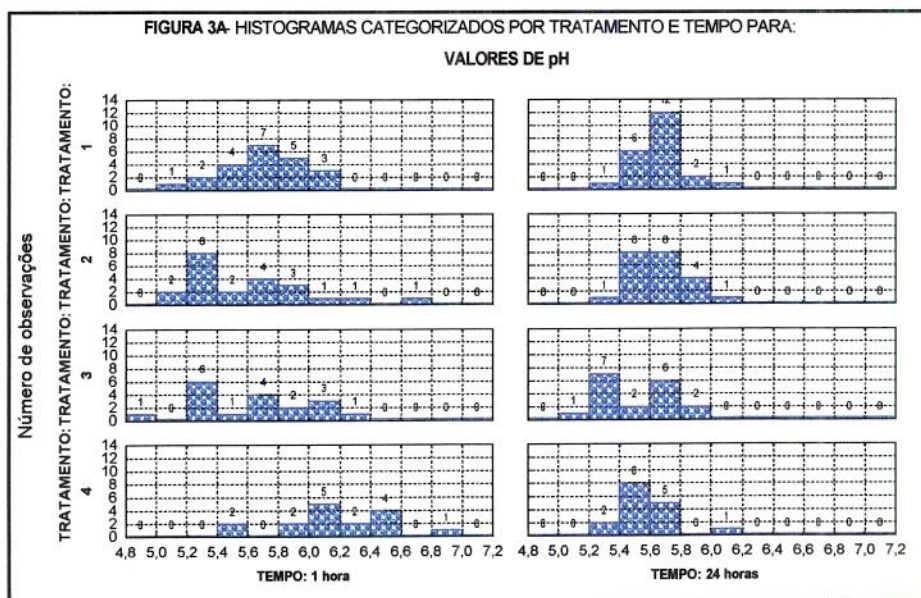
Na **Figura 2** as **carnes PSE** (Tratamentos 1 a 3), apresentam os valores de pH1 entre 5,75 a 5,60 que declinaram pouco após 24h, ficando entre 5,70 a 5,52.

As **carnes NÃO PSE ou NORMAIS** submetidas ao Tratamento 4 demonstraram os valores esperados e confirmam a ampla literatura (ver item 2.3 da revisão bibliográfica). Será apenas salientado que LAWRIE (1981) e FELÍCIO (1986) sugeriram que **carnes suínas NORMAIS** teriam pH entre 5,5 e 5,7 após 8 horas e atingiriam 5,3 e 5,7 após 24h. Pode-se concluir portanto que:

(a) as condições do Tratamento 4 foram adequadas mediante o intervalo de pH das **carnes NORMAIS** (6,21 a 5,61) aqui obtido;

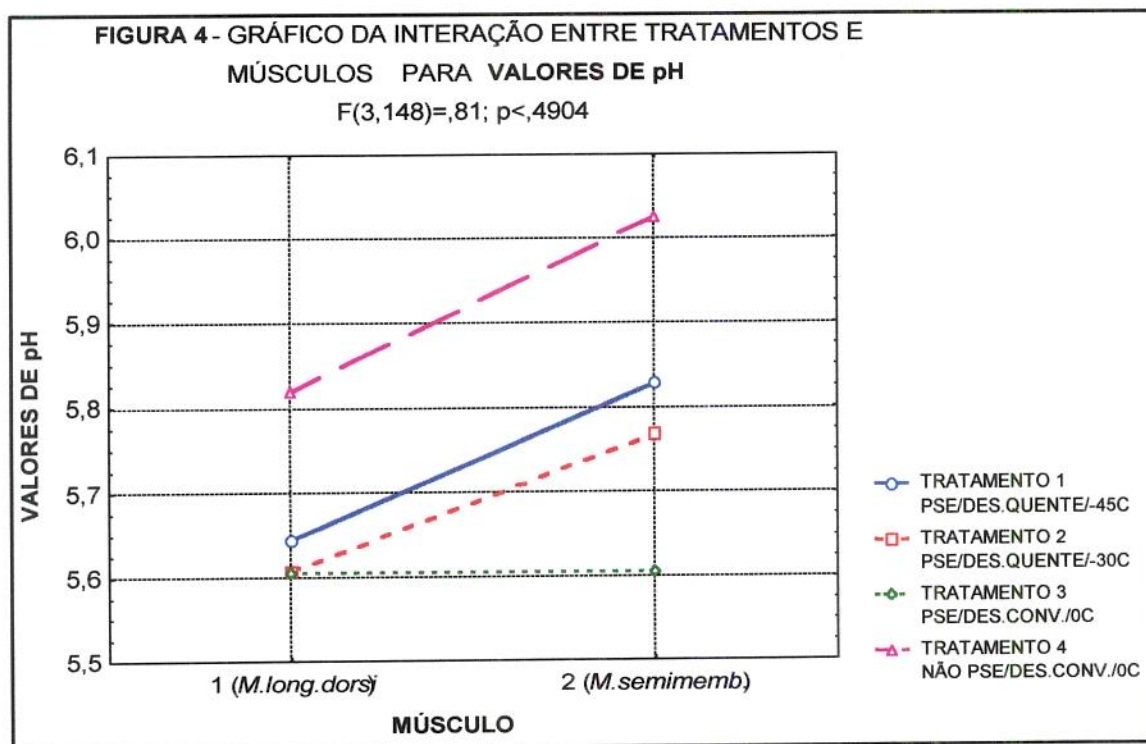
(b) os Tratamentos diferenciados de resfriamentos e desossas, para **carnes suínas PSE**, não alteram de modo significativo o pH que já era muito baixo na 1ª hora.

A **Figura 3A** mostra a distribuição dos valores de pH em relação aos Tempos e Tratamentos. A **Figura 3B** resume a figura anterior e realça o pH da 1ª hora das **carnes NÃO PSE** (Tratamento 4).



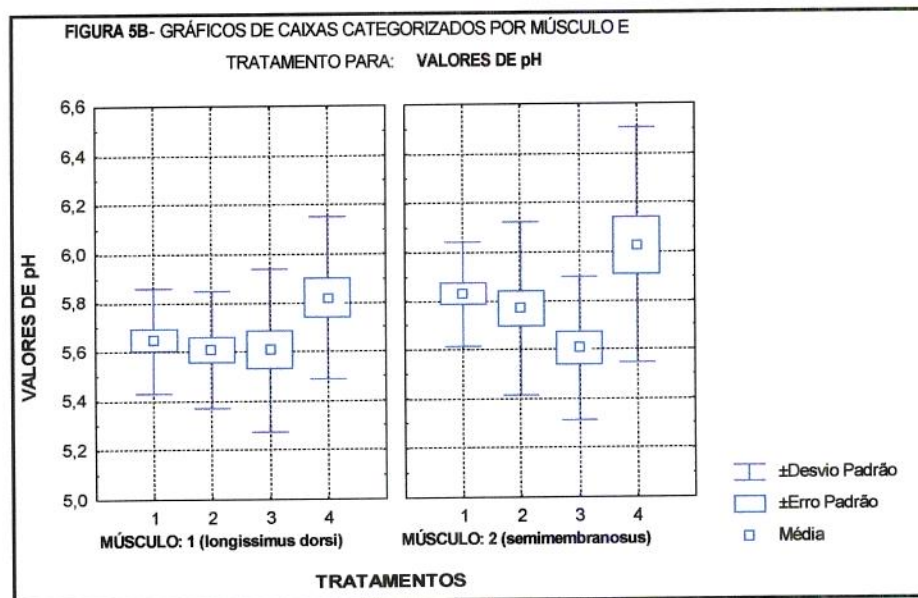
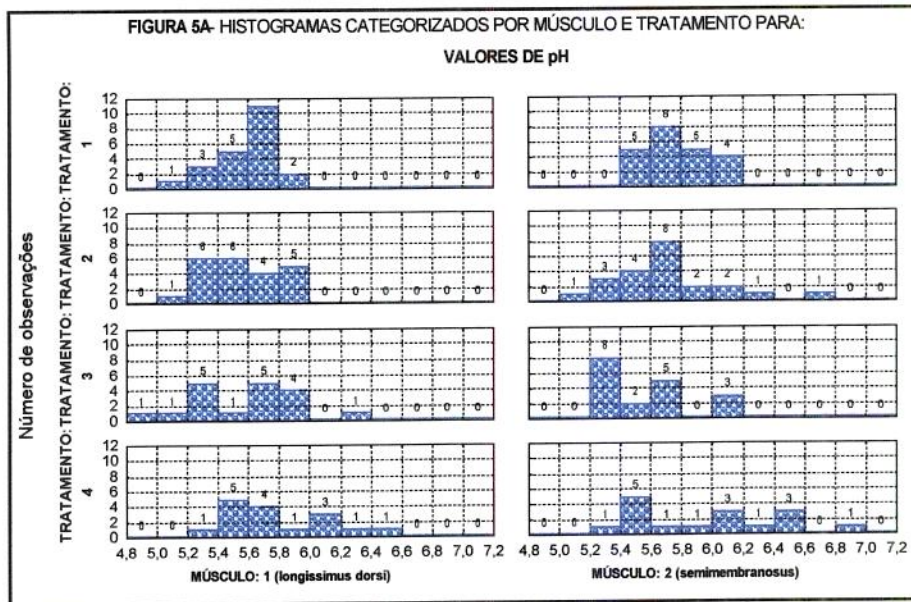
5.2.2 - INTERAÇÃO ENTRE TRATAMENTOS E MÚSCULOS SOBRE OS VALORES DE pH

Com relação aos tipos de músculos, os resultados de pH variaram pelo simples fato de que cada um dos tipos de músculos utilizados neste experimento apresenta um metabolismo *post mortem* próprio e dentro de cada peça muscular ocorrem áreas de metabolismo *post mortem* diferenciadas (BECHTEL, 1986).



Na **Figura 4** as **carnes suínas PSE** (Tratamentos 1 a 3) demonstram certa homogeneidade. Já, as **carnes suínas NÃO PSE ou NORMAIS** (Tratamento 4) demonstram a diferença de metabolismo apresentada no parágrafo anterior.

Todavia para evidenciar a distribuição dos valores de pH em histogramas ou as médias e suas dispersões em gráficos de caixas serão apresentadas as **Figuras 5A e 5B**.



5.3 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Como foi abordado no item 2.5, a Capacidade de Retenção de Água (CRA) pode variar entre músculos distintos (LAWRIE, 1974), por isso foram eleitos o *M. longissimus dorsi* e o *M. semimembranosus* para estudos de CRA.

A velocidade de queda do pH em função da temperatura são variáveis intrinsecamente relacionadas (SWATLAND, 1984), sendo fatores importantes a serem considerados no estudo da CRA.

Conforme foi exposto nos item 4.5.2, foi estimada a CRA pelos dois métodos ali descritos: CRA por prensagem em papel (CRA P) e CRA por geleificação das proteínas miofibrilares (CRA PM).

5.3.1 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (CRA PM)

Os resultados obtidos para CRA PM de *M. longissimus dorsi* na 24^a hora estão relacionados na **Tabela de Dados B (anexo)**, e analisados separadamente por Tratamentos (**Figuras 6A e 6B**) demonstram que:

(a) nas **carnes suínas PSE**, os Tratamentos de resfriamento rápido (1 e 2) conferiram (**Tabela 5 - ANOVA e Tabela 6**), CRA PM mais elevado e significativo em relação as **carnes suínas PSE** submetidas ao Tratamento convencional ($p < 0,4\%$);

TABELA 5 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (%) (CRA PM) :

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROTEÍNAS MIOFIBRILARES (%) (CRA PM) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	1	9.5339	12	41.57056	.229342	.640620
2	2*	377.1467*	12*	41.57056*	9.072447*	.003979*
1x2	2	46.0956	12	41.57056	1.108851	.361502

(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de Capacidade de Retenção de Água por Geleificação das Proteínas Miofibrilares (%) (CRA PM).

TABELA 6 - Médias e desvios padrões dos valores de Capacidade de Retenção de Água por Geleificação das Proteínas Miofibrilares (%) (CRA PM) avaliada 24h *post mortem* no *M. longissimus dorsi* em função dos Tratamentos aplicados

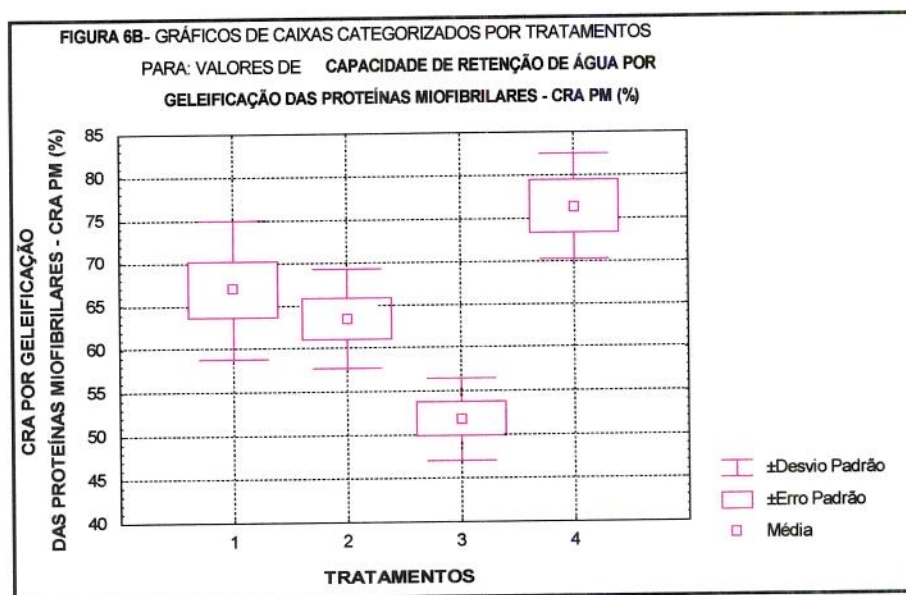
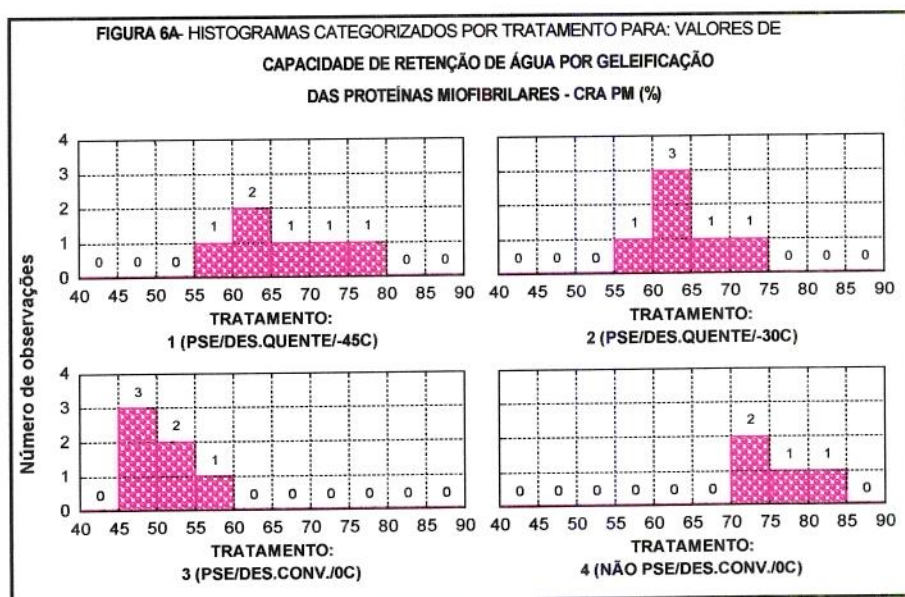
TRATAMENTOS	MÉDIA±DESVIO
1 (PSE/DES.QUENTE/-45°C)	66,9166±8,0678 ^a
2 (PSE/DES.QUENTE/-30°C)	63,4500±5,7274 ^a
3 (PSE/DES.CONV./0°C)	51,7833±4,7140 ^b
4 (NÃO PSE/DES.CONV./0°C) - controle	76,3500±6,1544

Os índices a, b indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa entre os Tratamentos.

O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

(b) o resfriamento rápido é indicado para carnes suínas PSE, embora os Tratamentos com rápido resfriamento ou convencionais de carnes suínas PSE

(Tratamentos 1, 2 e 3) não tenham sido suficientes para elevar a CRA PM ao nível das **carnes suínas NÃO PSE (Figura 6B)**.



5.3.2 - CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P)

Os resultados são dados oriundos da **Tabela de Dados C (anexo)**. As **Figuras 7A e 7B** apresentam a distribuição dos valores de CRA P nos 4

Tratamentos para o *M. semimembranosus*. Observa-se mais claramente na **Figura 7B** que as médias de CRA P nos Tratamentos com resfriamento rápido (Tratamentos 1 e 2) foram muito semelhantes, e que o Tratamento 3, convencional (0°C), conferiu à **carne suína PSE** um CRA P inferior em relação as outras **carnes suínas PSE** (resfriadas rapidamente), assim como foi inferior também em relação à **carne suína NÃO PSE ou NORMAL** (Tratamento 4).

Através da análise de variância (**Tabela 7 - ANOVA e Tabela 8**), verificou-se que os resultados de CRA P não sofreram influência significativa dos Tratamentos. Por outro lado, foram os abates, os responsáveis pela ocorrência de diferenças significativas entre os resultados.

TABELA 7 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) DOS *M. semimembranosus* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA POR PRENSAGEM (CRA P) PARA OS <i>M. semimembranosus</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3*	,034518*	19*	,003673*	9,39704*	,000508*
2	2	,010238	19	,003673	2,78713	,086815
1x2	6	,004584	19	,003673	1,24793	,326669

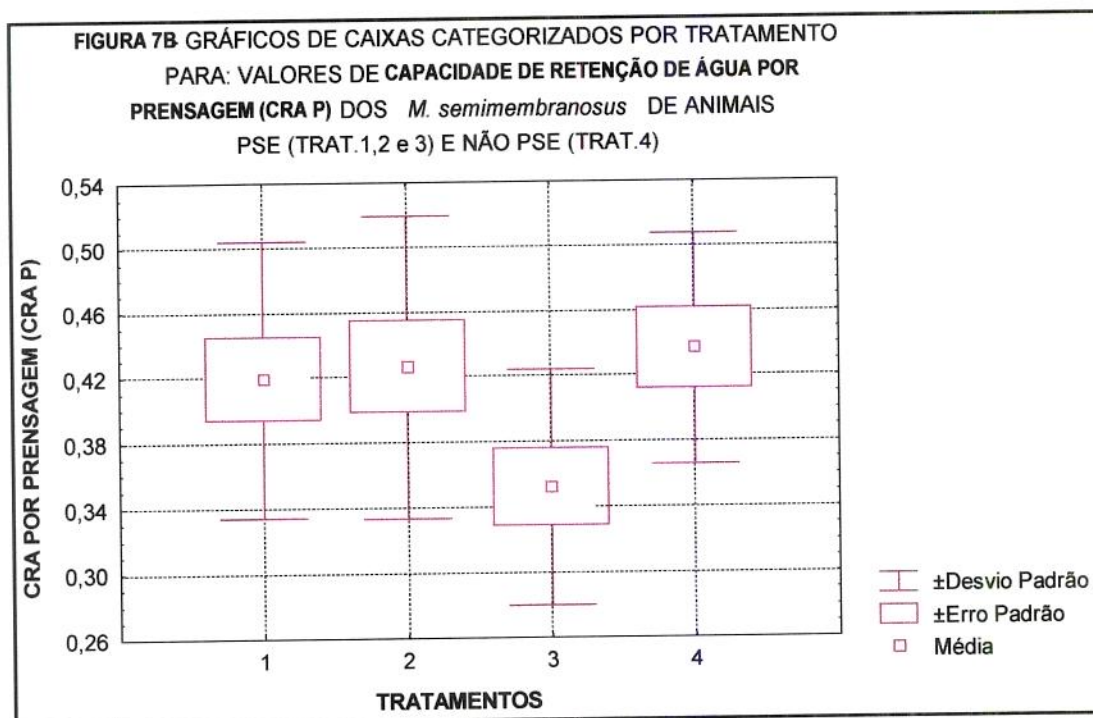
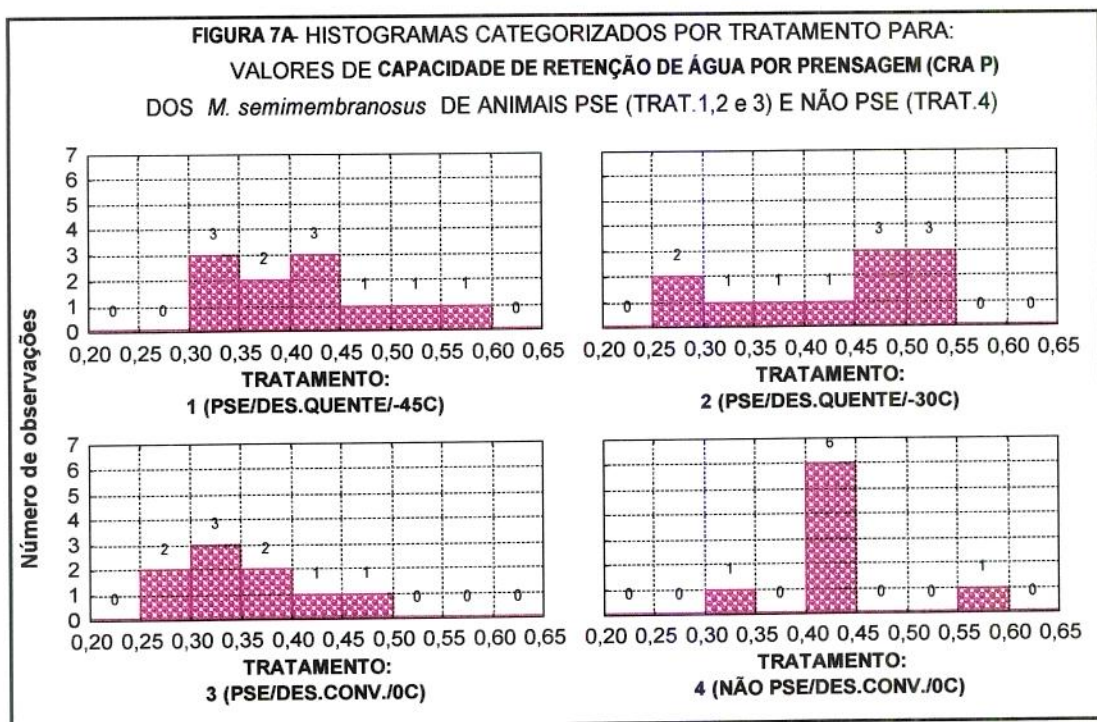
(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de Capacidade de Retenção de Água por Prensagem (CRA P).

TABELA 8 - Médias e desvios padrões dos valores de Capacidade de Retenção de Água por Prensagem (CRA P) avaliada 24h *post mortem* no *M. semimembranosus* em função dos Tratamentos aplicados

TRATAMENTOS	MÉDIA±DESVIO
1 (PSE/DES.QUENTE/-45°C)	0,4193±0,0806 ^a
2 (PSE/DES.QUENTE/-30°C)	0,4264±0,0931 ^a
3 (PSE/DES.CONV./0°C)	0,3519±0,0721 ^a
4 (NÃO PSE/DES.CONV./0°C) - controle	0,4370±0,0712

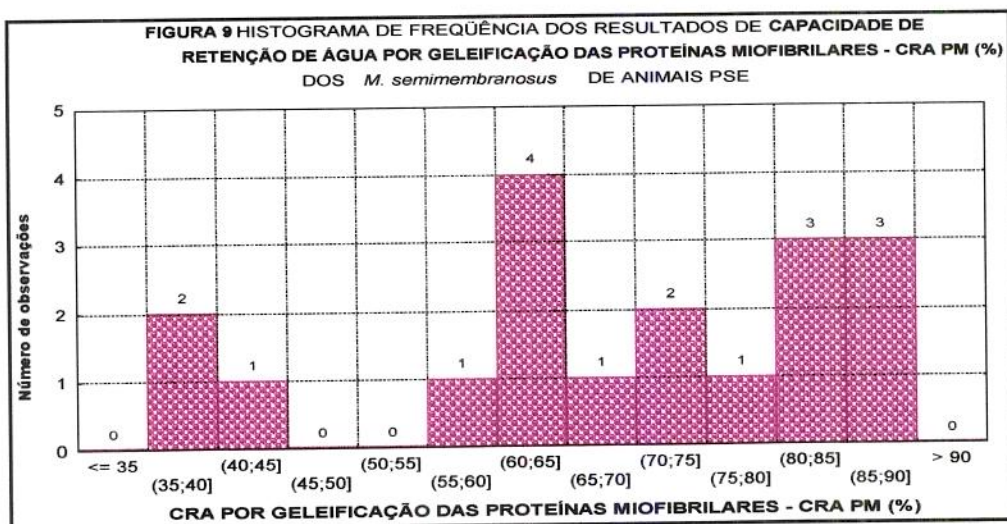
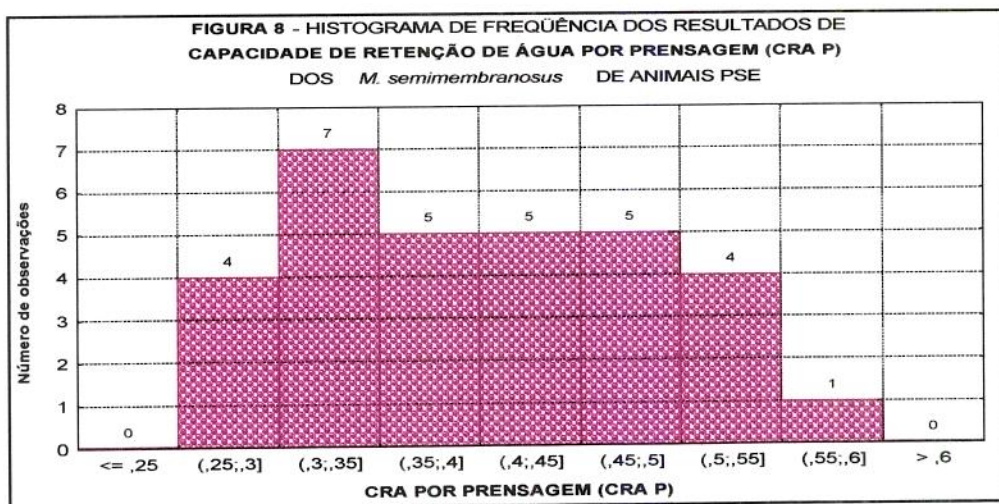
Os índices a, b indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa entre os Tratamentos.

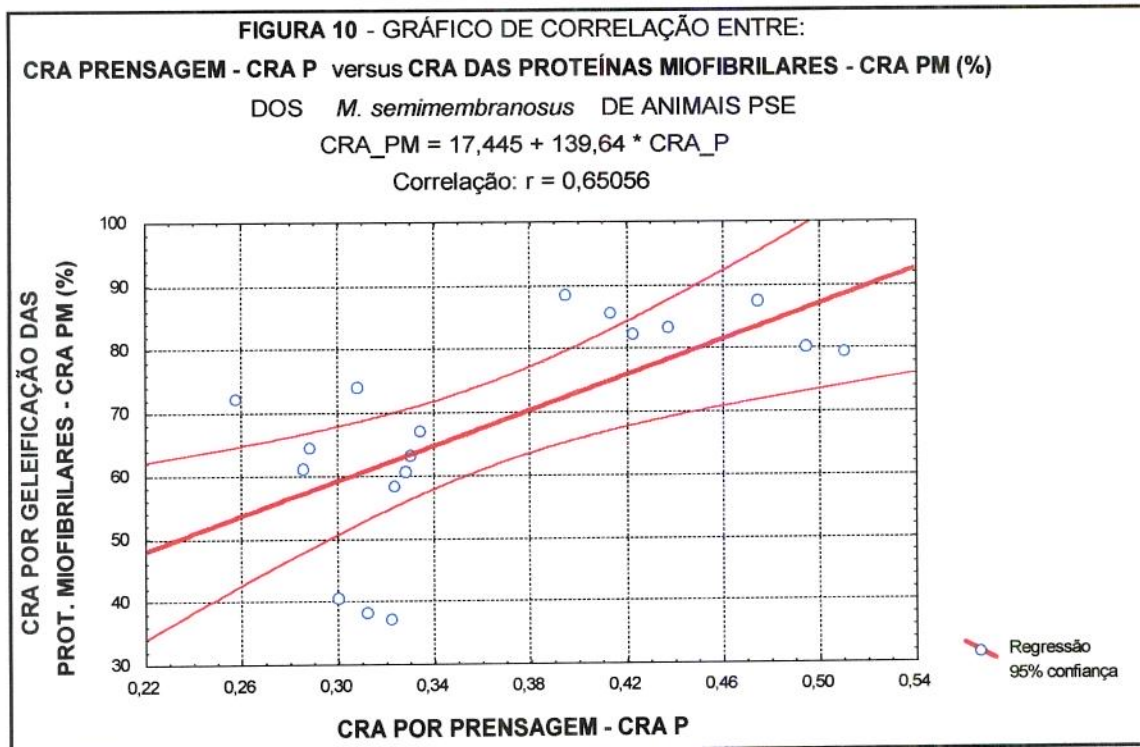
O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.



Resta avaliar o significado do elevado desvio padrão que ocorre na **Figura 7B** e que induziria o raciocínio de que CRA P talvez fosse um método inferior ao CRA PM. Colocando todos os valores de CRA P e CRA PM em histogramas

(Figuras 8 e 9) verifica-se que a distribuição dos valores é mais homogênea quando se empregou a CRA P. Entretanto não induziu a erro, porque efetuada a correlação entre CRA P e CRA PM esta é significativa, conforme **Figura 10**. Portanto, conclui-se que a CRA P é um método adequado e com a vantagem de ser menos laborioso do que a CRA PM.





No próximo item será tratada cor da carne e sua importante correlação com a CRA. É interessante salientar que, quando correlacionou-se os valores de cor (L, a, b) com os valores de Capacidade de Retenção de Água (CRA P e CRA PM), verificou-se que somente os valores de CRA P apresentaram correlações significativas ($p < 0,05$) com todos os valores de cor (L, a, b) (**Tabela 9 - CORRELAÇÃO**).

TABELA 9 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À COR (pH, TEMPERATURA, COR L, COR a, COR b, CRA P E CRA PM):

Correlações entre os Parâmetros Associados à Cor							
Correlações marcadas com (*) são significantes a $p < 0,05$							
N=18							
	pH	TEMP	COR L	COR a	COR b	CRA P	CRA PM
PH	1,0000 $p=$ —	-,5075* $p=,032^*$	-,5540* $p=,017^*$	-,6524* $p=,003^*$	-,5465* $p=,019^*$	-,0182 $p=,943$	-,1840 $p=,465$
TEMP	-,5075* $p=,032^*$	1,0000 $p=$ —	,6186* $p=,006^*$	,5521* $p=,018^*$	,6414* $p=,004^*$	-,2968 $p=,232$	-,1801 $p=,475$
COR L	-,5540* $p=,017^*$	,6186* $p=,006^*$	1,0000 $p=$ —	,6668* $p=,003^*$	,9594* $p=,000^*$	-,6225* $p=,006^*$	-,2137 $p=,395$
COR a	-,6524* $p=,003^*$	,5521* $p=,018^*$	,6668* $p=,003^*$	1,0000 $p=$ —	,7749* $p=,000^*$	-,4826* $p=,043^*$	-,2083 $p=,407$
COR b	-,5465* $p=,019^*$	,6414* $p=,004^*$	,9594* $p=,000^*$	,7749* $p=,000^*$	1,0000 $p=$ —	-,6678* $p=,002^*$	-,2388 $p=,340$
CRA P	-,0182 $p=,943$	-,2968 $p=,232$	-,6225* $p=,006^*$	-,4826* $p=,043^*$	-,6678* $p=,002^*$	1,0000 $p=$ —	,6506* $p=,003^*$
CRA PM	-,1840 $p=,465$	-,1801 $p=,475$	-,2137 $p=,395$	-,2083 $p=,407$	-,2388 $p=,340$	,6506* $p=,003^*$	1,0000 $p=$ —

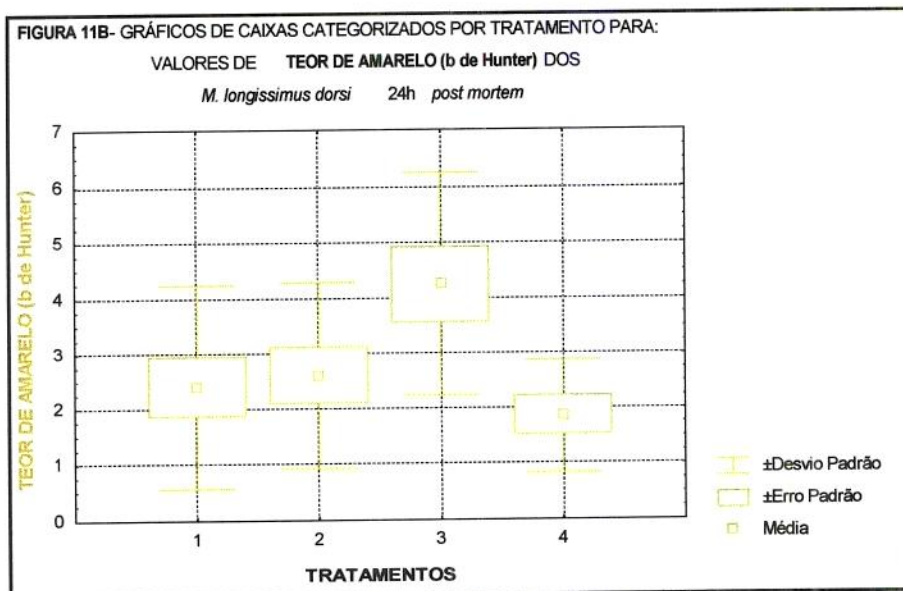
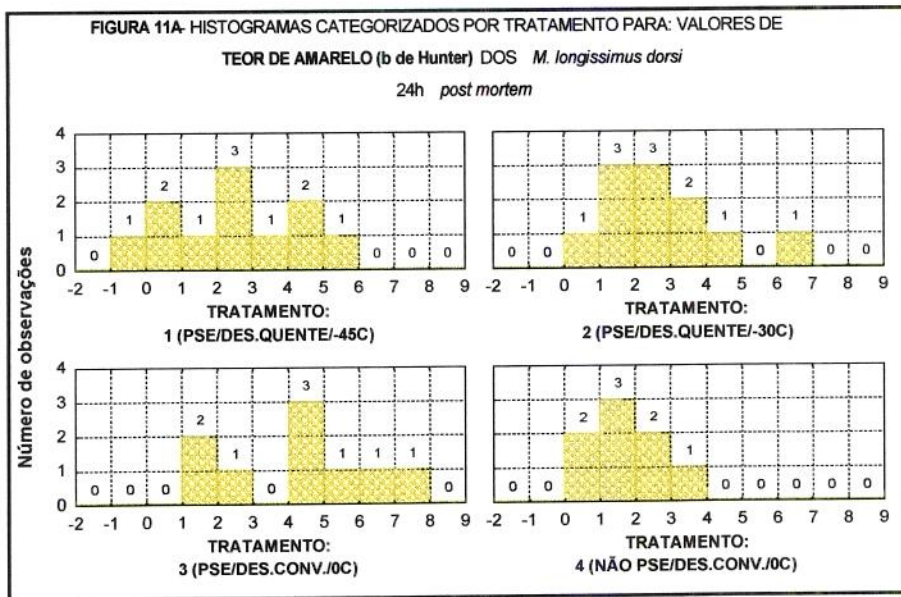
5.4 - COR

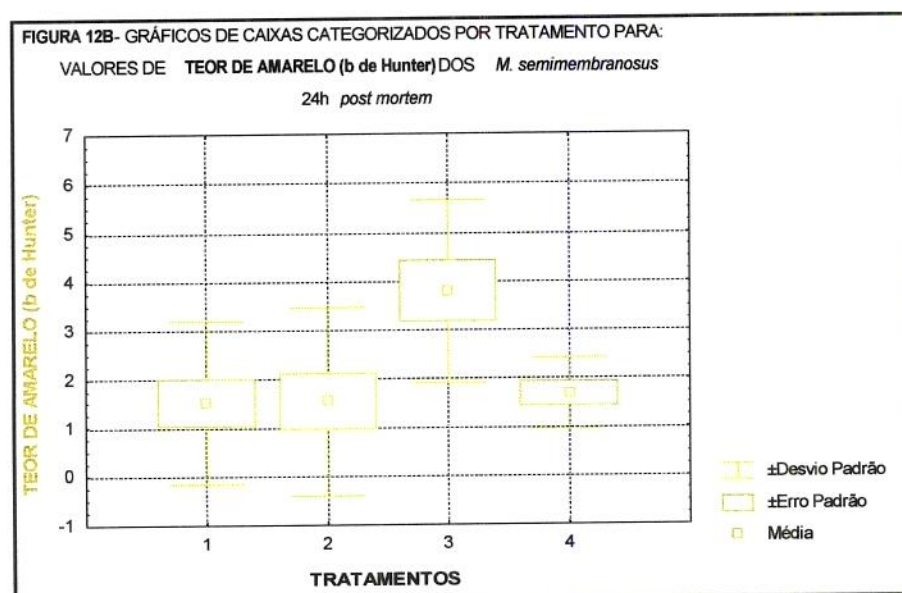
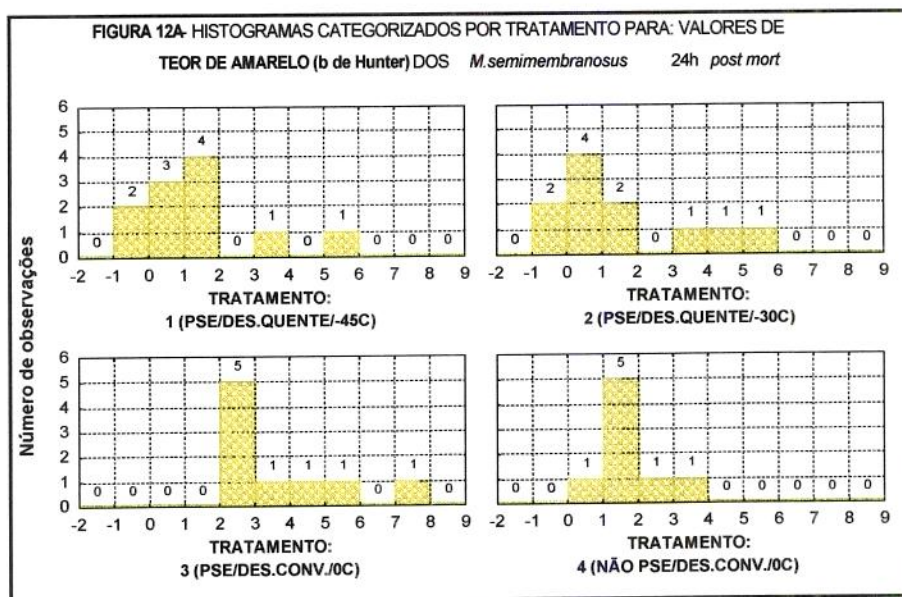
A importância da avaliação da cor foi apresentada no item 2.6 onde se esclareceu que os *M. longissimus dorsi* e os *M. semimembranosus* são mais utilizados para avaliações de cor em carnes suínas em função de seus metabolismos anaeróbios e quantidade de fibras “brancas”. Estas características, conforme HOFFMAN (1988), favorecem o desenvolvimento de carnes PSE.

Os gráficos e tabelas utilizados neste item resultam das **Tabelas de Dados D e E (anexo)**.

5.4.1 - TEOR DE AMARELO (b DE HUNTER)

Analisando os **Conjuntos de Figuras (11A, 11B) e (12A, 12B)**, verifica-se que o teor de amarelo (b) apresenta comportamento diferenciado entre os Tratamentos e conforme se verá mais adiante, análogo entre os músculos quanto Luminosidade (L), inclusive quanto aos maiores valores para os *M. longissimus dorsi*.





Analisando os resultados obtidos para os *M. longissimus dorsi* na **Tabela de Dados E (anexo)** verifica-se através da análise de covariância (**Tabela 10 - ANCOVA**), que os Tratamentos influenciaram significativamente ($p=0,046$) os valores de teor de amarelo (b), sendo este a variável dependente e, conforme se verá mais adiante a Luminosidade (L) e o teor de vermelho (a) foram as covariáveis. Devido a alta correlação existente entre os valores de cor: L, a, b (**Tabela 9 - CORRELAÇÃO**), torna-se desnecessária a análise de covariância

individual para cada um dos atributos de cor, ou seja, quando analisamos o teor de amarelo (b) por covariância (sendo este a variável dependente), automaticamente se extrapolam as conclusões para as covariáveis teor de vermelho (a) e Luminosidade (L).

TABELA 10 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS *M. longissimus dorsi* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	,392102	17	,150660	2,602560	,085668
2	2*	,556885*	17*	,150660*	3,696304*	,046464*
1x2	6*	,870206*	17*	,150660*	5,775958*	,001964*

Realizando o Teste de Fischer ou Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa ou LSD Test (Least Significant Difference Test), verifica-se (Tabela 11) quais foram os Tratamentos que promoveram a diferença significativa entre os valores de teor de amarelo (b) dos *M. longissimus dorsi*. As letras em sobrescrito às médias dos valores de teor de amarelo (b) demonstram que todos os Tratamentos realizados nas carnes PSE (Tratamentos 1, 2 e 3) promoveram diferença significativa ($p \leq 0,1\%$) quanto a cor na faixa de leitura do teor de amarelo.

TABELA 11 - Médias e desvios padrões dos valores da composição da cor (L, a, b de Hunter) avaliada 24h *post mortem* no *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* em função dos Tratamentos aplicados: Tratamento 1 (PSE/desossa à quente/-45°C), Tratamento 2 (PSE/desossa à quente/-30°C), Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C), Tratamento 4 (NÃO PSE/desossa convencional/0°C) - controle

COR	L		a		b	
TRAT	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>	<i>M.long.dorsi</i>	<i>M.semimemb.</i>
1	46,3172±4,8081 ^a	41,7400±5,2812 ^a	8,0818±0,9944 ^a	8,5045±1,1751 ^a	2,4027±1,8415 ^a	1,5163±1,6825 ^a
2	48,0963±5,0014 ^a	43,9845±4,9536 ^b	8,1209±1,4639 ^a	7,7645±1,7555 ^a	2,6036±1,6819 ^b	1,5318±1,9379 ^a
3	50,7966±3,8638 ^a	46,4611±4,9621 ^b	8,7811±1,7347 ^a	9,8377±1,3281 ^a	4,2388±2,0010 ^a	3,7844±1,8669 ^b
4	45,7762±2,8506	43,1900±2,9598	7,3050±0,6661	7,6537±0,8238	1,8525±1,0222	1,6825±0,7343

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p < 0,1\%$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa entre Tratamentos.

O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

Analisando agora os resultados obtidos para os *M. semimembranosus* na Tabela de Dados D (anexo) verifica-se através da análise de covariância (Tabela 12 - ANCOVA), que os Tratamentos 1, 2 e 3 influenciam significativamente ($p=0,033$) os valores de teor de amarelo (b) para carnes PSE, sendo este a variável dependente e Luminosidade (L) e teor de vermelho (a) suas covariáveis.

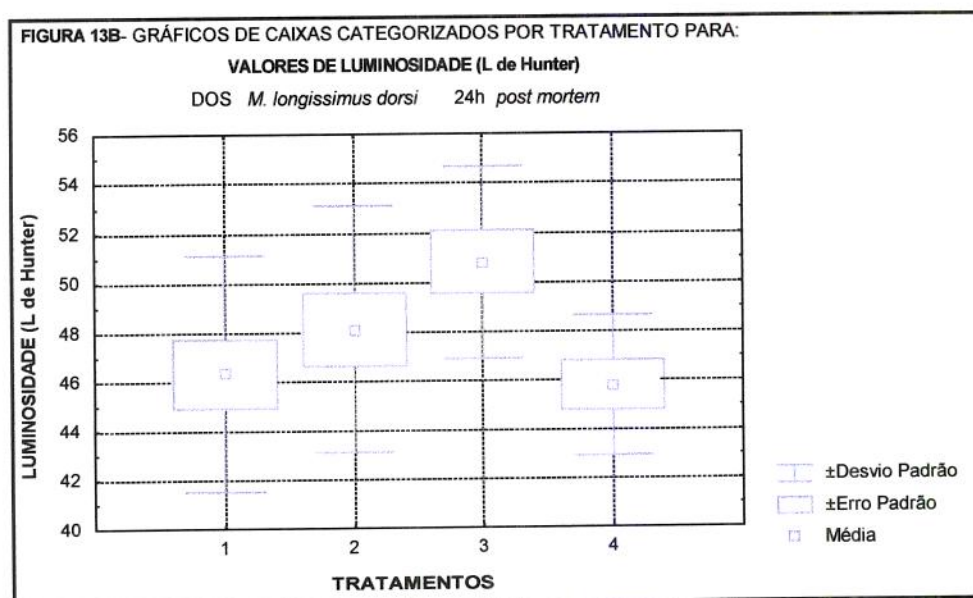
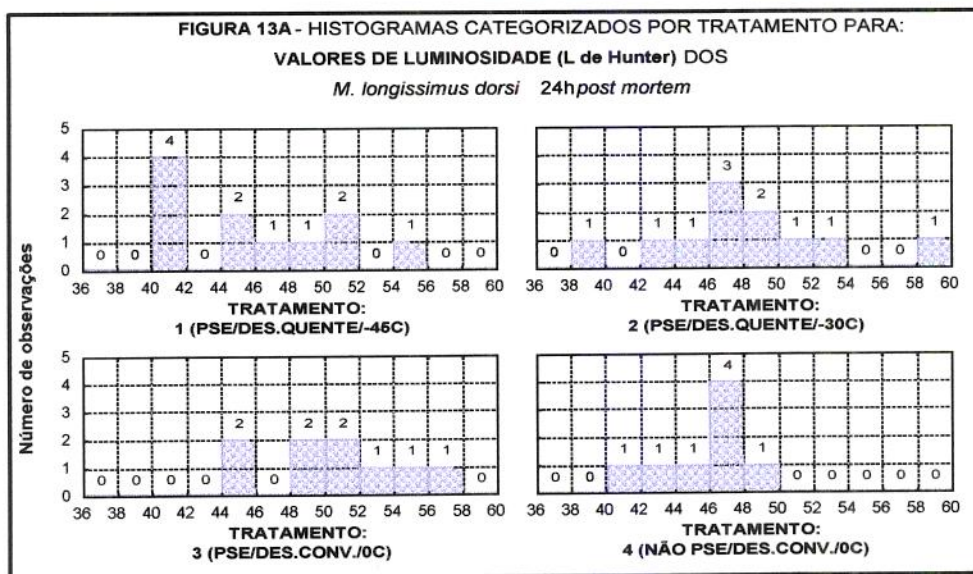
TABELA 12 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) DOS *M. semimembranosus* PSE:

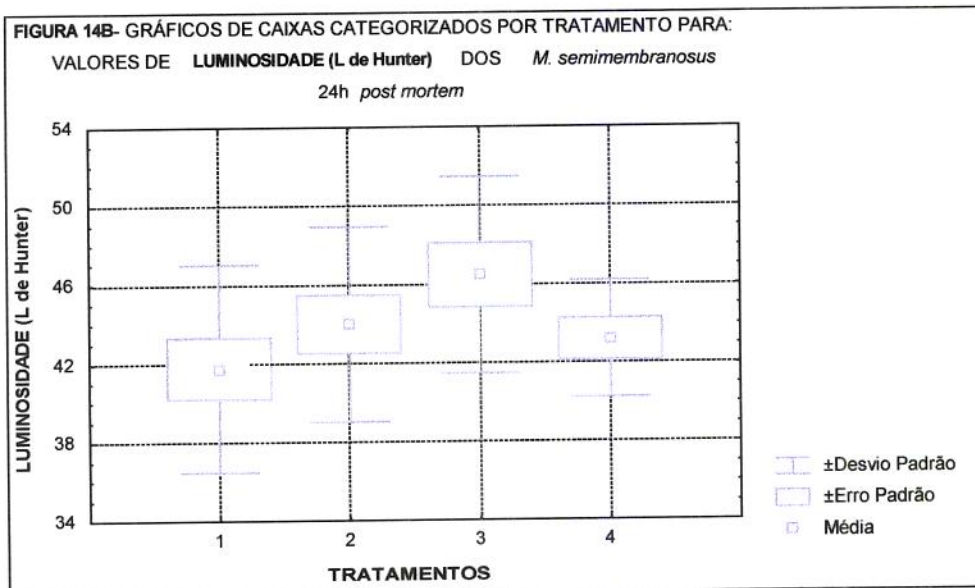
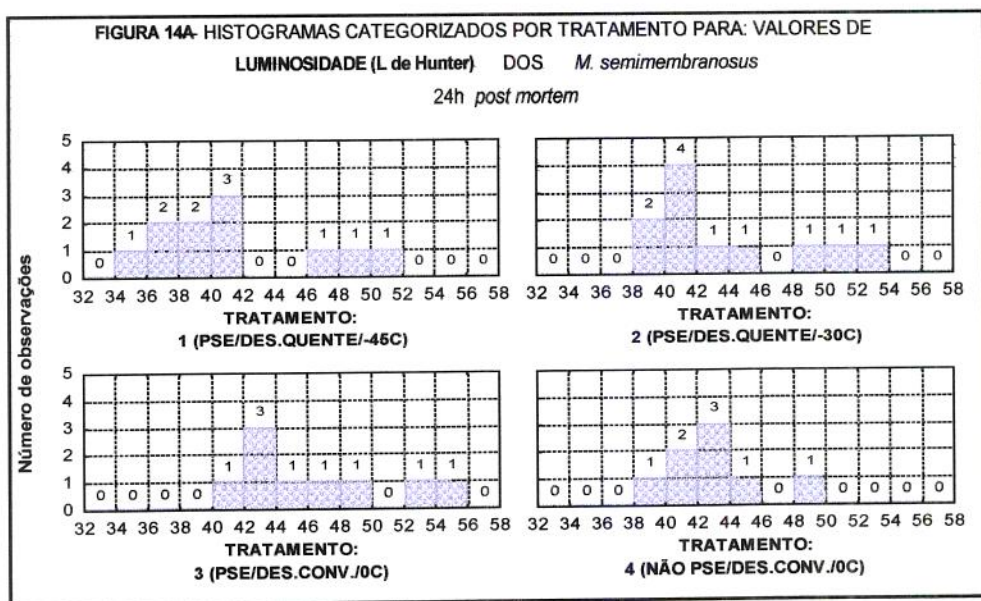
RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter) PARA OS <i>M. semimembranosus</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	.078471	17	.261496	.300086	.824871
2	2*	1.097275*	17*	.261496*	4.196137*	.033026*
1x2	6	.679615	17	.261496	2.598947	.056593

Realizando o Teste de Fischer ou Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa ou LSD Test (Least Significant Difference Test), pode-se verificar, através da **Tabela 11 (anteriormente citada)**, quais foram os Tratamentos que causaram a diferença significativa entre os valores de teor de amarelo (b) dos *M. semimembranosus*. Observa-se pelas letras em sobrescrito às médias dos valores de teor de amarelo (b), que as médias dos Tratamentos 1 e 2 não diferem significativamente entre si ($p=0,3584$) e que somente a média do Tratamento 3 diferiu significativamente das demais ($p\leq 0,1\%$). Portanto, o Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/ 0°C) conferiu maiores valores de teor de amarelo (b) à carne PSE.

5.4.2 - TEOR DE LUMINOSIDADE (L DE HUNTER)

Analisando os **Conjuntos de Figuras (13A, 13B) e (14A, 14B)**, verifica-se a distribuição dos valores de Luminosidade (L) e o comportamento das médias e desvios padrões através de histogramas e de gráficos de caixas categorizados por Tratamento para os *M. longissimus dorsi* **Figuras (13A, 13B)** e para os *M. semimembranosus* **Figuras (14A, 14B)**.





Os gráficos de caixas **Figuras (13B e 14B)** demonstram que as carnes (*M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*) provenientes de desossa à quente (Tratamentos 1, 2 e 3) quando submetidas a diferentes resfriamentos (rápidos=Tratamentos 1 e 2 / convencional=Tratamento 3), apresentam teores de Luminosidade (L) inversamente proporcionais ao tempo e nível de resfriamento, ou seja, quanto mais rápido for o resfriamento, menor será o teor de Luminosidade (L) da carne.

Segundo van der WAL et alii (1988), a Luminosidade (L), e teores de vermelho (a) e amarelo (b) para o *M. longissimus dorsi* são menores para as carnes DFD (escura, firme e seca); para as carnes normais estes se situam numa faixa central e para as carnes PSE verificam-se valores mais elevados sobretudo para a Luminosidade (L) e o teor de amarelo (b). Um experimento com um lote de 21 peças de *M. longissimus dorsi* fez com que van der WAL et alii (1988) admitissem que as diferenças não se separavam por intervalos finitos, mas em passagem gradual de DFD ao NORMAL e à PSE.

Voltando, portanto, ao presente trabalho, tem-se a analisar o comportamento da cor em carnes normais e PSE dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*. Nas **Figuras 13B e 14B** tem-se que os Tratamentos diferenciaram as Luminosidades (L) dos dois músculos e que o Tratamento 4 (não PSE/desossa convencional/0°C) aplicado à carne normal proporcionou menor Luminosidade (L). As sobreposições das **Figuras 13B e 14B** ilustram que os valores de Luminosidade (L) foram sempre mais elevados para os *M. longissimus dorsi*. Os desvios padrões das **Figuras 13B e 14B** ilustram que os valores estão dispersos. Realizando a análise de covariância para os dois músculos em separado, verifica-se pelas **Tabelas 13 e 14 (ANCOVAS)** que ocorre somente para os *M. semimembranosus* diferença significativa para o efeito dos Tratamentos (**Tabela 14 - ANCOVA**). Entretanto, na comparação das médias (**Tabela 11, citada anteriormente**), verifica-se que é somente o Tratamento 1 (PSE/desossa quente/-45°C) que se diferencia dos demais. Portanto, pode-se inferir que seria apenas este tipo de resfriamento que poderia causar a diferença de Luminosidade.

TABELA 13 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter)DOS *M. longissimus dorsi* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	5,500388	17	1,770130	3,107335	,054123
2	2	5,030952	17	1,770130	2,842137	,086130
1x2	6*	6,452887*	17*	1,770130*	3,645431*	,016427*

(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de Luminosidade (L de Hunter).

TABELA 14 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE LUMINOSIDADE (L de Hunter)DOS *M. semimembranosus* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE TEOR DE LUMINOSIDADE (L de Hunter) PARA OS <i>M. semimembranosus</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	,82183	17	2,811394	,292322	,830362
2	2*	13,16061*	17*	2,811394*	4,681170*	,024013*
1x2	6*	7,69846*	17*	2,811394*	2,738307*	,047614*

(*) Indica ocorrência de efeito(s) significativo(s) sobre os valores de Luminosidade (L de Hunter).

5.4.3 - TEOR DE VERMELHO (a DE HUNTER)

O teor de vermelho (a) não é necessariamente menos intenso para carnes PSE. Ocorre na realidade que tanto carnes **NORMAIS** como **PSE** apresentam um teor de vermelho menos intenso do que as carnes **DFD** (van der WAL, 1988).

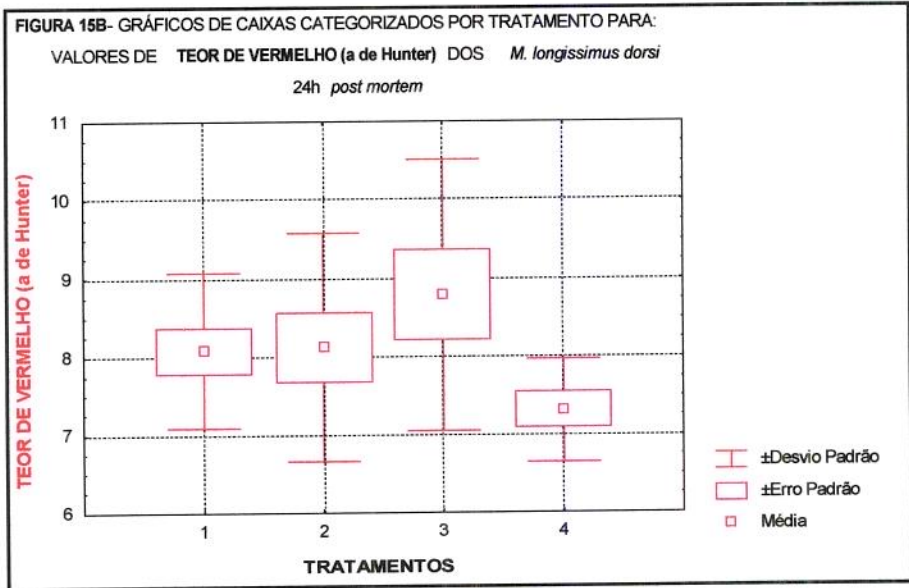
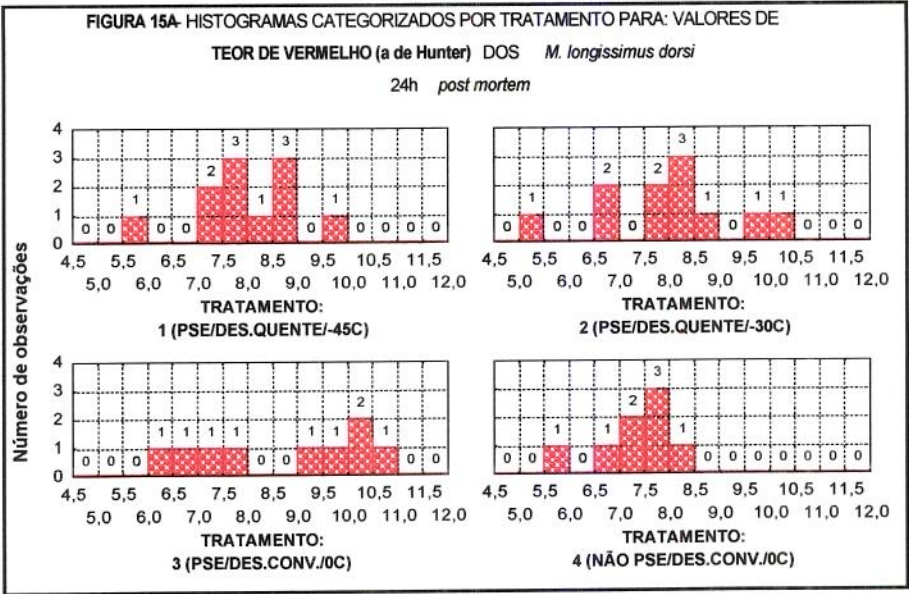
Na sobreposição das **Figuras 15B e 16B** observa-se que o teor de vermelho (a) é muito semelhante para os dois músculos e se eleva no Tratamento 3 (PSE/desossa convencional/0°C). Finalmente, de acordo com van der WAL (1988), os *M. longissimus dorsi* e os *M. semimembranosus* provenientes de animais **NORMAIS** apresentaram teor de vermelho abaixo das carnes PSE. Analisando os resultados obtidos para os *M. longissimus dorsi* na **Tabela de Dados E (anexo)** e para os *M. semimembranosus* na **Tabela de Dados D (anexo)**, verifica-se através das análises de covariância (**Tabelas 15 e 16 - ANCOVAS**), que os Tratamentos não influenciaram significativamente os valores de teor de vermelho (a) ($p=0,4235$ para *M. longissimus dorsi* e $p=0,8865$ para *M. semimembranosus*). Neste caso se fez desnecessária a aplicação do Teste de Fischer ou Teste da Menor (Mínima) Diferença Significativa ou LSD Test (Least Significant Difference Test). Na **Tabela 11 (anteriormente citada)** verifica-se a ausência de diferença significativa entre os Tratamentos para os valores de teor de vermelho (a).

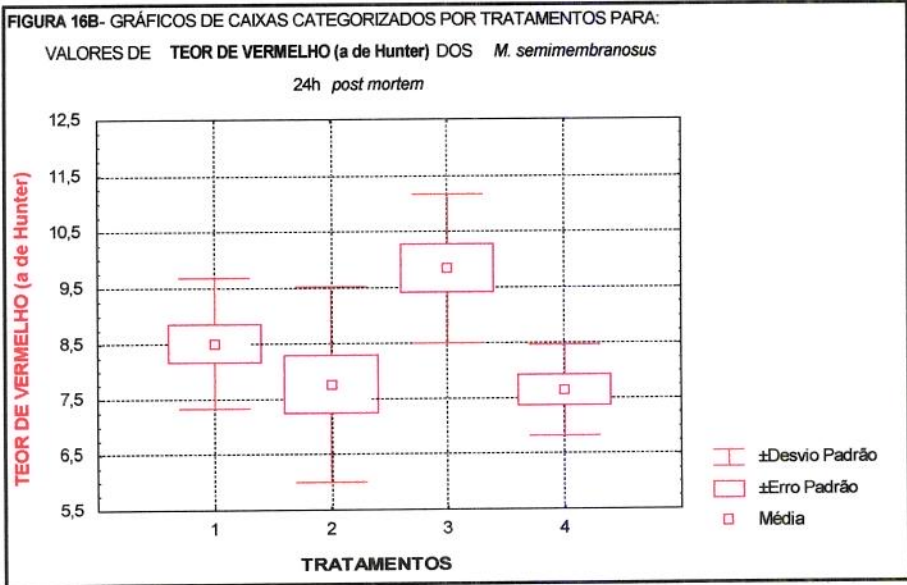
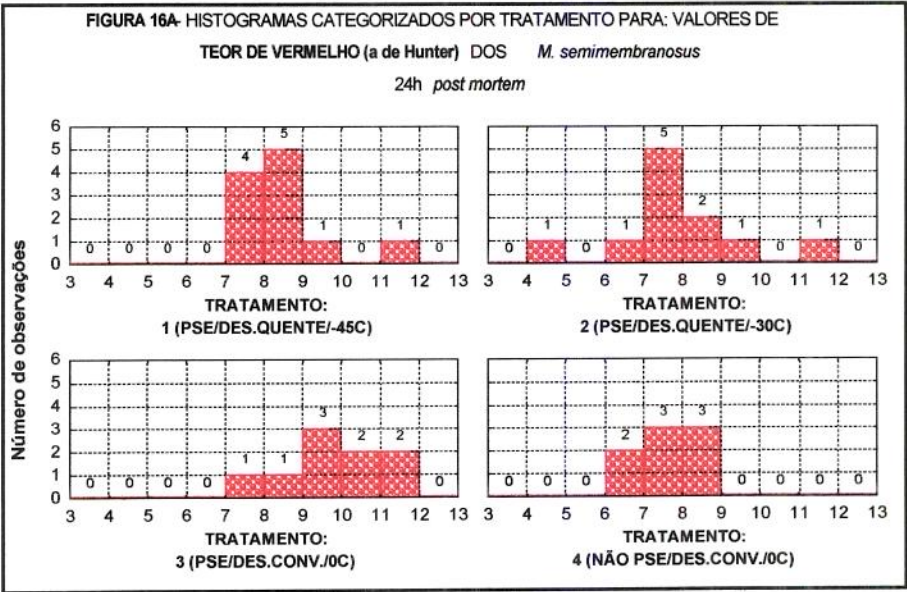
TABELA 15 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS *M. longissimus dorsi* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	,759143	17	,742066	1,023013	,407100
2	2	,670856	17	,742066	,904039	,423534
1x2	6	1,278916	17	,742066	1,723454	,176001

TABELA 16 - ANCOVA RELACIONADA AOS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) DOS *M. semimembranosus* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter) PARA OS <i>M.semimembranosus</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	1,378392	17	1,012257	1,361701	,288078
2	2	,122738	17	1,012257	,121252	,886570
1x2	6	,617190	17	1,012257	,609717	,719468





5.4.4 - FINALIZANDO A DISCUSSÃO SOBRE COR

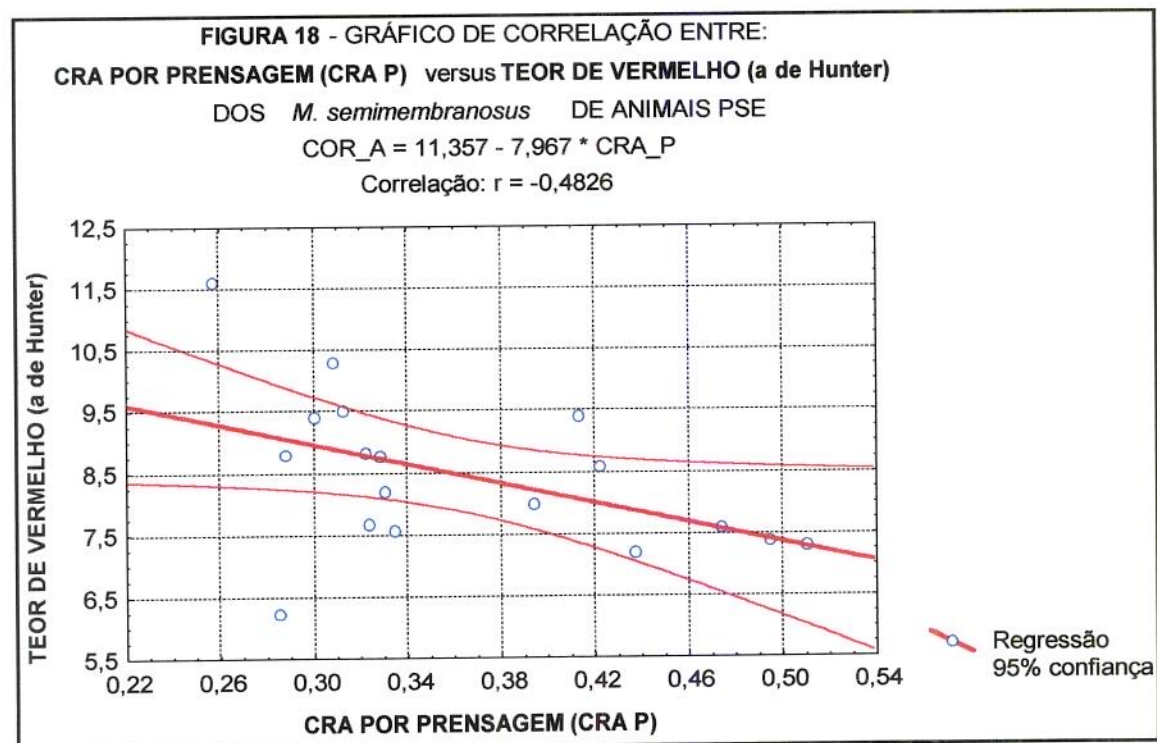
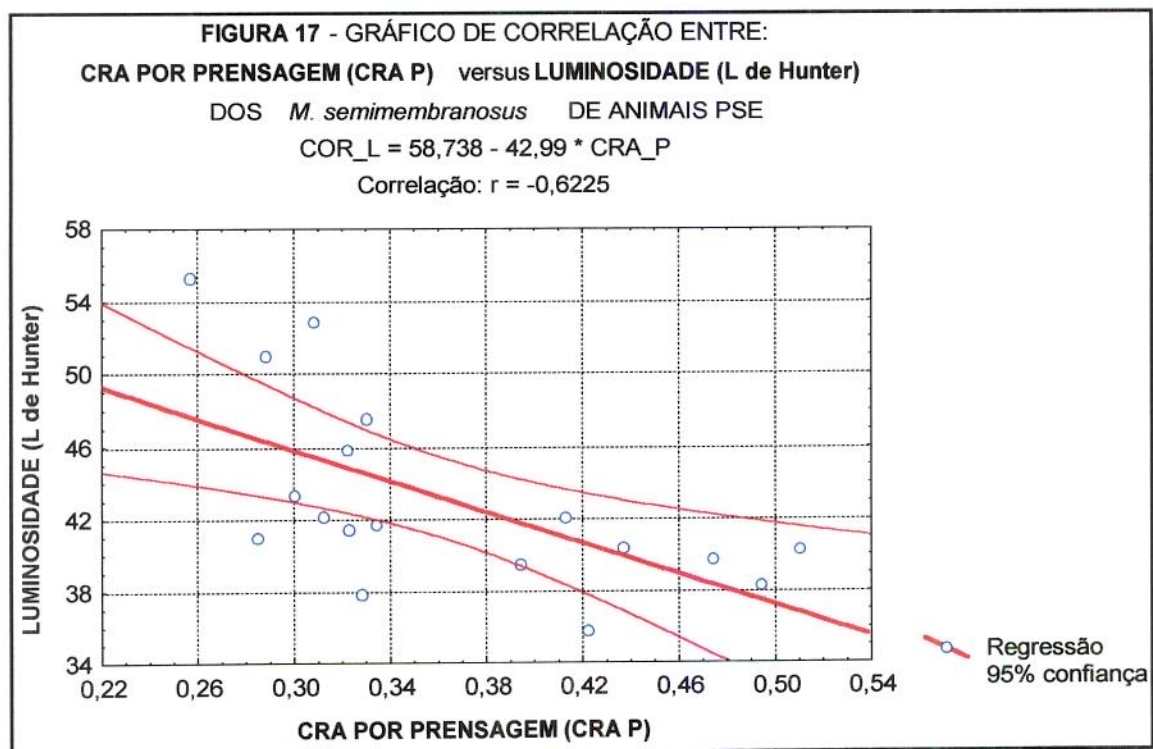
Encerrando a análise de cor, pôde-se concluir que:

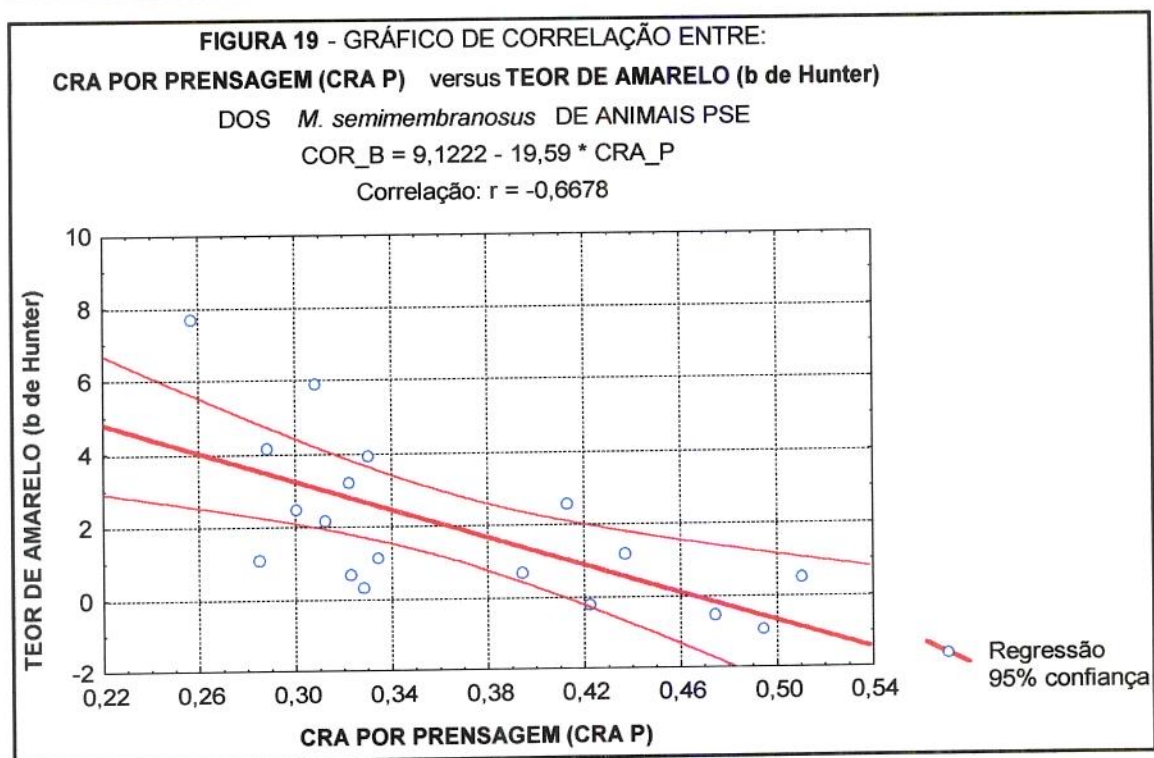
(1) Foi possível verificar que diferenças entre os músculos PSE (*M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus*) ocorrem, mas não os distinguem entre si.

(2) A caracterização de carnes PSE das amostras não foi indicativa para separar carnes NORMAIS de carnes PSE, visto que os parâmetros de cor (L, a, b) constituíram uma curva levemente ascendente para carnes PSE.

(3) Os dados da literatura (van der Wall et alli, 1988) aproximaram os valores de cor do presente trabalho com os valores indicados para carnes DFD (Dark, Firm and Dry). Segundo o autor acima a característica mais acentuada de carne PSE é o alto teor de amarelo (entre 15,2 e 16,8). Neste trabalho, a carne normal e a carne PSE apresentaram teor de amarelo (b) entre 1,5 e 4,2 , ou seja, muito baixo. Portanto, é provável que devido a ausência deste valor distintivo, a cor aparente das amostras não distinguiu a carne PSE da carne normal.

(4) As correlações dos teores de Luminosidade (L), vermelho (a) e amarelo (b) com Capacidade de Retenção de Água por Prensagem (CRA P) de carnes PSE, foram significativas (**Tabela 9 – CORRELAÇÃO**) e estão apresentadas na forma de gráficos de correlação nas **Figuras 17, 18 e 19**. As correlações entre CRA P e Luminosidade (L), teor de vermelho (a) e teor de amarelo (b) demonstram que os menores valores de L, a, b, se correlacionaram com maiores retenções de água (**Figuras 17, 18 e 19**).





5.5 - TEXTURA

Conforme foi analisado no item 2.7, a textura da carne implica em um complexo de variáveis, das quais abordaremos a maciez. Embora maciez final seja o resultado de alterações moleculares intracelulares e alterações na organização anatômica das fibras musculares, a maciez depende também da maturidade física do animal, do teor de gordura, para citar algumas variáveis apenas.

A avaliação da maciez pelo método objetivo, através de texturômetros foi analisado no item 2.7.4 deste trabalho e apontou-se durante a revisão do assunto que o WBS indicaria maciez e o faria melhor ainda quando associado a outras variáveis como cor, CRA, pH, etc.

No presente, apresentam-se os resultados obtidos com os métodos Warner-Bratzler Shear (WBS), Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) e Comprimento de Sarcômero (CS).

5.5.1 - FORÇA DE CISALHAMENTO (WARNER-BRATZLER SHEAR FORCE)

O emprego de WBS é necessário porque a literatura (van der WAL et alii, 1988) diz que a provável maciez estimada por Comprimento de Sarcômero (CS) e Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) na **carne fresca** não se confirma na **carne cozida** ao testar a maciez com Warner-Bratzler Shear (WBS).

Para esses autores, CS na carne fresca não se diferencia nos suínos DFD, Normal e PSE. Entretanto, ao usar WBS na carne cozida, ele obteve 22,5N para carnes DFD e 34,0N para carnes Normal e PSE.

Resumindo os dois parágrafos acima, van der WAL et alii (1988) trabalhando com carnes DFD, Normal e PSE esclareceram que a maciez é reavaliada após cocção (pelo WBS) e que carne PSE não se distingue de carnes Normais, seja pelo CS, seja pelo WBS.

FELDHUSEN & KÜHNE (1992), utilizando *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* Normais e PSE, constataram que sob resfriamento ultra-rápido a carne Normal perdeu maciez (medida em WBS), devido à contração de sarcômeros porque a correlação encontrada entre WBS e CS foi $r=-0,76$. Para as carnes PSE, o WBS não foi afetado pelo resfriamento ultra-rápido ($-20^{\circ}\text{C} / 3\text{m/s}$) e também não foi pelo resfriamento controle ($5^{\circ}\text{C} / 0,2\text{m/s}$), segundo os mesmos autores.

No presente trabalho, as amostras utilizadas para as medidas de força de cisalhamento (WBS) foram mantidas durante 8 dias de estocagem refrigerada ($0-2^{\circ}\text{C}$), simulando "maturação".

Os histogramas e gráficos de caixas da força de cisalhamento (WBS) aplicada nas carnes (*M. longissimus dorsi*) dos quatro Tratamentos (**Figuras 20A e 20B**) demonstram que:

(a) as médias da força de cisalhamento (WBS) para carnes PSE (Tratamentos 1, 2 e 3) foram maiores, de 4,73 a 4,93kg, e para a carne **NORMAL** (Tratamento 4), em torno de 4,58kg, entretanto, tais diferenças não foram significativas (**Tabela 17 - ANOVA e Tabela 18**);

TABELA 17 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE FORÇA DE CISALHAMENTO (WBS) PARA OS *M. longissimus dorsi* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)ABATES E (2)TRATAMENTOS SOBRE OS VALORES DE FORÇA DE CISALHAMENTO (WBS) PARA OS <i>M. longissimus dorsi</i> PSE						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	1,307504	19	,622379	2,100816	,133958
2	2	,146361	19	,622379	,235163	,792709
1x2	6	,496245	19	,622379	,797336	,583697

TABELA 18 - Médias e desvios padrões dos valores de Força de Cisalhamento ("Warner-Bratzler Shear Force" - WBS) avaliada 8 dias *post mortem* no *M. longissimus dorsi* em função dos Tratamentos aplicados

TRATAMENTOS	MÉDIA±DESVIO
1 (PSE/DES.QUENTE/-45°C)	4,9325±0,9516 ^a
2 (PSE/DES.QUENTE/-30°C)	4,8488±0,9417 ^a
3 (PSE/DES.CONV./0°C)	4,7348±0,4462 ^a
4 (NÃO PSE/DES.CONV./0°C) - controle	4,5838±0,6573

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p < 0,05$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa.

O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

(b) o aumento da força de cisalhamento para as carnes dos resfriamentos rápidos (Tratamentos 1 e 2) está de acordo com van der WAL et alii (1995) que estudando resfriamento rápido a alta velocidade de ar (4m/s) em carnes suínas encontraram encurtamento das fibras musculares e aumento da força de cisalhamento (WBS).

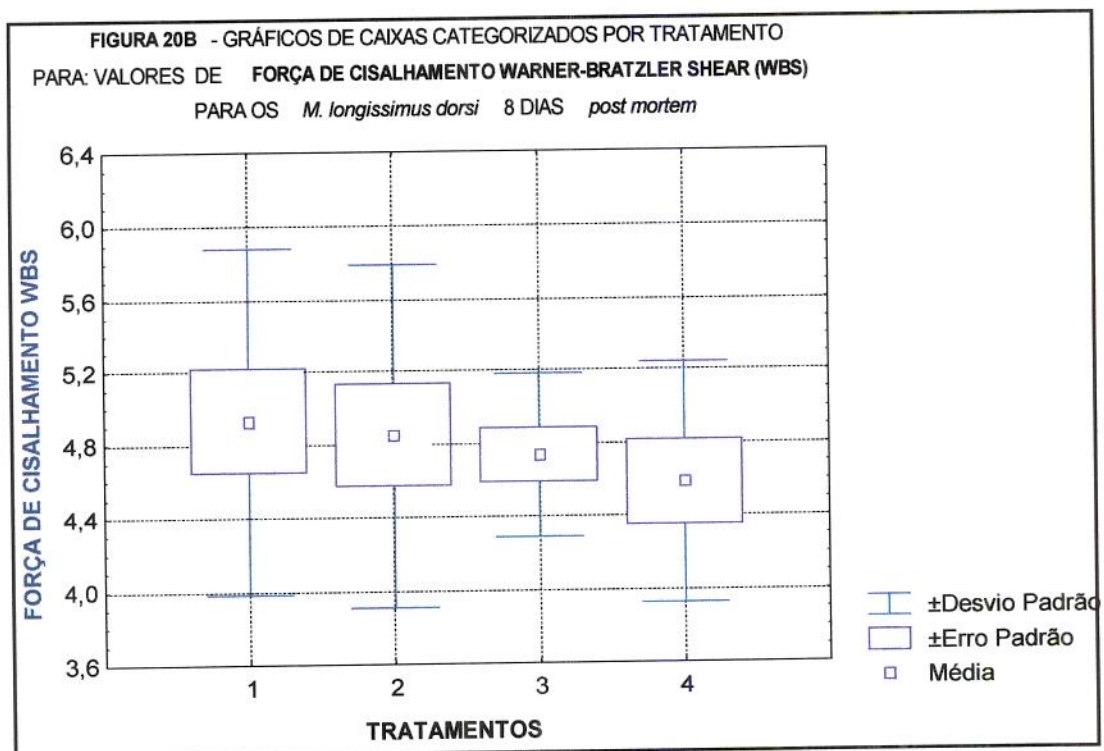
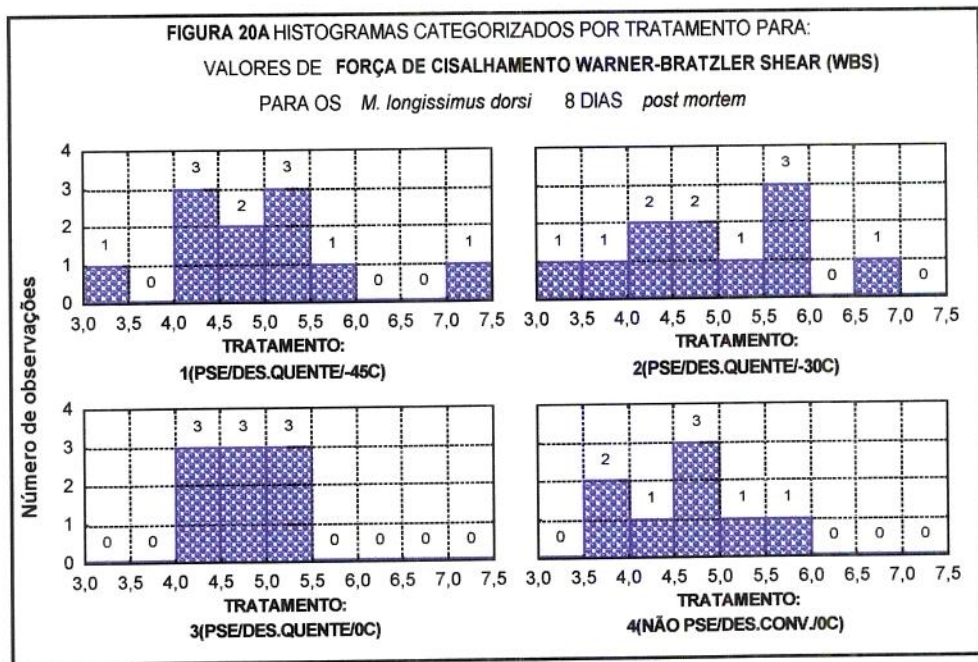
O WBS dos *M. longissimus dorsi* e *M. semimembranosus* com taxa normal de glicólise, foram fortemente influenciados pelas condições de resfriamento para FELDHOUSEN & KÜHNE (1992). Agora, no presente trabalho a força de cisalhamento (WBS) no *M. longissimus dorsi*, somente não foi afetada pelo método de resfriamento (Tabela 17 - ANOVA e Tabela 18).

A seguir, quando se verificou a relação WBS com CS e IFM atestou-se ausência de correlações significativas ($p < 0,05$) (Tabela 19 - CORRELAÇÃO).

TABELA 19 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA:

Correlações entre os Parâmetros Associados à Textura				
Correlações marcadas com (*) são significantes a $p < 0,05$				
N=22				
	X CS	X IFM U	X IFM S	X WBS
X CS	1,000 $p=---$	,726* $p=,000*$	,766* $p=,000*$	-,135 $p=,550$
X IFM U	,726* $p=,000*$	1,000 $p=---$	,985* $p=,000*$	-,255 $p=,253$
X IFM S	,766* $p=,000*$	,985* $p=,000*$	1,000 $p=---$	-,228 $p=,307$
X WBS	-,135 $p=,550$	-,255 $p=,253$	-,228 $p=,307$	1,000 $p=---$

LEGENDA: X CS = Média Comprimento de Sarcômero (μm); X IFM U = Média Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido;
 X IFM S = Média Índice de Fragmentação Miofibrilar Seco e X WBS = Média Força de Cisalhamento (Warner-Bratzler Shear).



5.5.2 - ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR (IFM)

Conforme foi descrito anteriormente no item 2.7.5, a alteração estrutural das miofibrilas (actina, miosina e linhas Z, essencialmente), resulta em amaciamento.

Várias técnicas são utilizadas para verificar, seja o estado de contração das miofibrilas (Comprimento de Sarcômero), seja a perda de resistência ao impacto mecânico (WBS e IFM). Neste item apresentam-se os resultados obtidos com o Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM). Dois valores foram obtidos da técnica proposta de IFM descrita anteriormente, sendo eles o IFM Úmido (IFM U) e o IFM Seco (IFM S). Devido a existência de alta correlação entre estes dois valores, serão utilizados os valores de IFM U.

Analisando o comportamento dos valores médios de IFM U encontrados na **Figura 21**, podemos perceber um amaciamento significativo entre o primeiro e o oitavo dia de maturação das **carnes suínas PSE** (Tratamentos 1,2 e 3). Embora significativo o amaciamento, este foi irrisório quando se verifica a extensão da escala de IFM U (100-600) nas ordenadas do gráfico (**Figura 21**). A **Tabela 20 (ANOVA)** estabelece as relações do IFM U com os Abates, Tempos e Tratamentos e mostra ainda a significância da interação entre Abates x Tratamentos. Portanto, em relação ao IFM U conclui-se que a maturação (efeito do tempo) da carne suína PSE aumenta o amaciamento da carne (**Tabela 21**), embora o incremento seja pequeno, o que indica que a maturação (efeito do tempo) não precisa ser evitada no manejo da carne suína PSE.

Verificando ainda os resultados da **Tabela 20 (ANOVA)**, evidencia-se o fato que os valores de IFM U não sofreram influência significativa dos Tratamentos de resfriamentos empregados neste experimento (**Tabela 22**).

FIGURA 21 - GRÁFICO DE MÉDIAS DE IFM ÚMIDO (IFM U) EM RELAÇÃO AOS TEMPOS DOS *M. longissimus dorsi* DE ANIMAIS PSE (TRATAMENTOS 1,2 e 3)
 $F(1,60)=3,68$; $p<,0597$

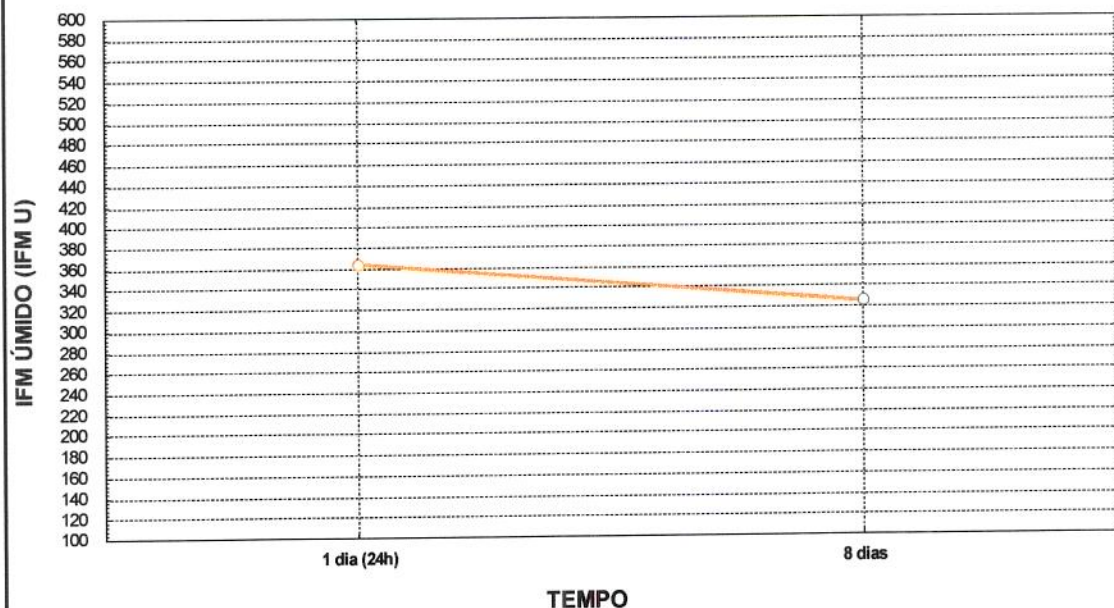


TABELA 20 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE IFM ÚMIDO DOS *M. longissimus dorsi* PSE:

RESUMO DOS EFEITOS

1-ABATE, 2-TEMPO, 3-TRATAMENTO SOBRE OS VALORES DE IFM ÚMIDO PARA OS *M. longissimus dorsi* PSE

EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3	3324.52	38	5844.354	.568843	.638944
2	1*	24825.41*	38*	5844.354*	4.247758*	.046194*
3	2	8164.83	38	5844.354	1.397046	.259741
1x2	3	6121.49	38	5844.354	1.047420	.382751
1x3	6*	16095.19*	38*	5844.354*	2.753973*	.025393*
2x3	2	1556.93	38	5844.354	.266398	.767553
1x2x3	6	1926.23	38	5844.354	.329587	.917187

TABELA 21 - Médias e desvios padrões dos valores de Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) avaliado 1 dia (24h) e 8 dias *post mortem* no *M. longissimus dorsi* PSE (Tratamentos 1, 2 e 3)

TEMPOS	MÉDIA±DESVIO
1 DIA (24h)	364,0864±75,39182 ^a
8 DIAS	325,9980±80,77607 ^b

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p<0,05$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa.

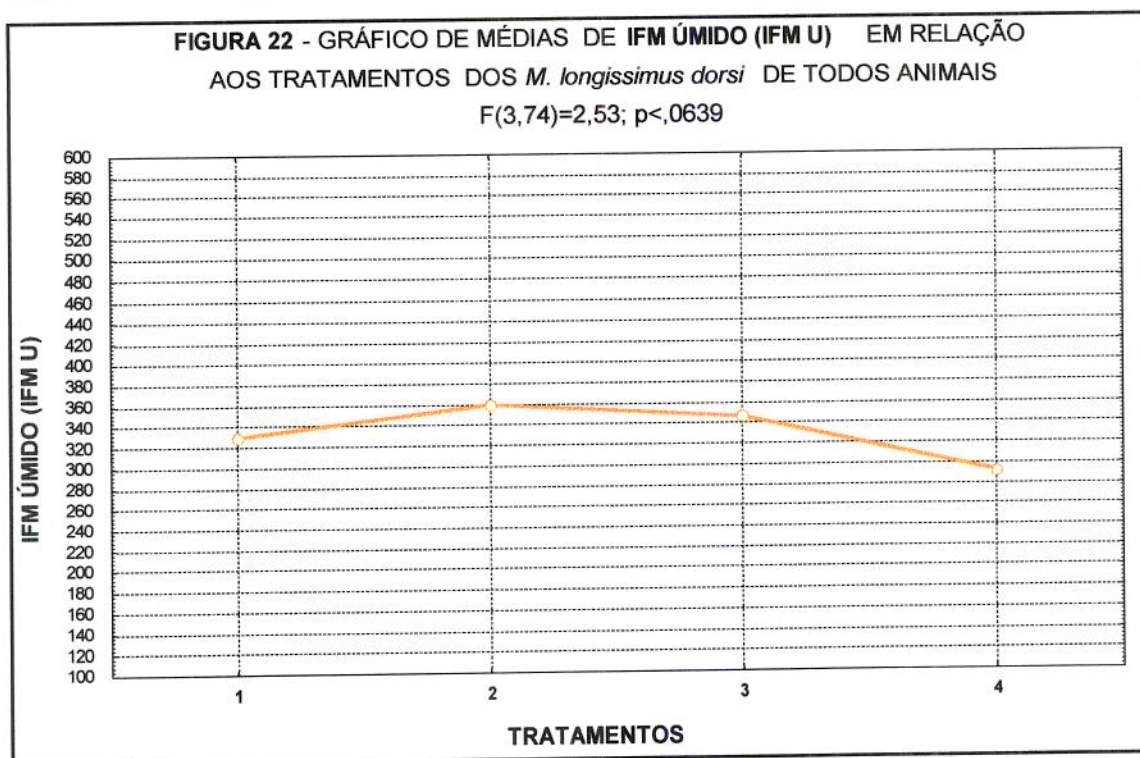
TABELA 22 - Médias e desvios padrões dos valores de Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) avaliado 1 dia (24h) e 8 dias *post mortem* no *M. longissimus dorsi* em função dos Tratamentos aplicados

	1 DIA (24h)	8 DIAS
TRATAMENTOS	MÉDIA±DESVIO	MÉDIA±DESVIO
1 (PSE/DES.QUENTE/-45°C)	352,4861±62,18488 ^a	306,2879±86,49484 ^a
2 (PSE/DES.QUENTE/-30°C)	369,9167±60,30995 ^a	349,2260±59,62956 ^a
3 (PSE/DES.CONV./0°C)	371,1389±107,91980 ^a	321,6984±96,82338 ^a
4 (NÃO PSE/DES.CONV./0°C) - controle	335,7225±46,83536	249,4418±47,94457

Os índices a, b, c indicam diferença significativa ($p<0,05$), valores com mesmo índice não expressam diferença significativa.

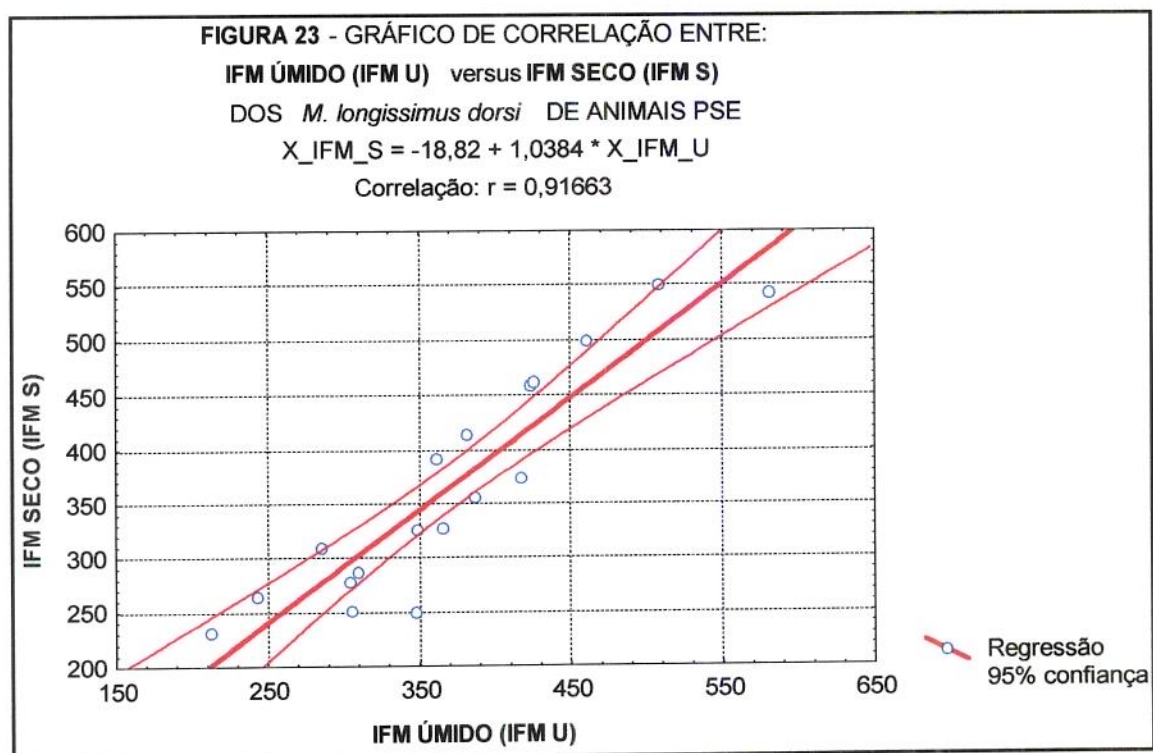
O Tratamento 4 não entrou para a análise estatística pois era CONTROLE do experimento.

A **Figura 22** mostra o comportamento das médias dos valores de IFM U em relação aos 4 Tratamentos. Pode-se verificar que houve pouca variação entre um Tratamento e outro. Portanto, os Tratamentos não causaram efeito significativo sobre estes resultados (**Tabela 20** - ANOVA).



Vale a pena ressaltar, que na parte final da técnica de IFM (item 4.5.4.2) ocorreu uma preocupação quanto ao real peso das fibras musculares retidas nas peneiras e por isso efetuaram-se pesagens das fibras no momento final de filtração (IFM U) e também 45 minutos após o repouso em temperatura ambiente (IFM S).

A **Figura 23**, entretanto, demonstrou uma correlação de $r=0,91$ (**Tabela 23 - CORRELAÇÃO**) entre ambos, o que deixa ao discernimento do pesquisador utilizar o IFM U ou o IFM S.



Analisando a **Tabela 23 (CORRELAÇÃO)** verifica-se que ocorrem correlações significativas entre IFM U com outros parâmetros como os teores de Luminosidade (L) e amarelo (b). O mesmo não acontece para o IFM S, fazendo com que o uso do IFM U seja preferido, uma vez que possui alta correlação com o IFM S e ainda tem a vantagem de se correlacionar com os parâmetros citados acima (L e a).

TABELA 23 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA APENAS DAS CARNES PSE:

Correlações entre os Parâmetros Associados à Textura apenas das carnes PSE							
Correlações marcadas com (*) são significantes a $p < 0,05$							
N=18							
	COR L	COR a	COR b	CRA PM	X CS	X IFM U	X IFM S
COR L	1,000 $p = \text{---}$	,601* $p = ,008*$	,898* $p = ,000*$	-,098 $p = ,700$	,360 $p = ,142$	,524* $p = ,025*$	,372 $p = ,128$
COR a	,601* $p = ,008*$	1,000 $p = \text{---}$	,791* $p = ,000*$	-,209 $p = ,405$	,352 $p = ,153$	,452 $p = ,060$	,266 $p = ,287$
COR b	,898* $p = ,000*$	,791* $p = ,000*$	1,000 $p = \text{---}$	-,228 $p = ,363$	,304 $p = ,220$	,607* $p = ,008*$	,465 $p = ,052$
CRA PM	-,098 $p = ,700$	-,209 $p = ,405$	-,228 $p = ,363$	1,000 $p = \text{---}$	,098 $p = ,700$	-,145 $p = ,567$	-,162 $p = ,520$
X CS	,360 $p = ,142$	,352 $p = ,153$	,304 $p = ,220$	,098 $p = ,700$	1,000 $p = \text{---}$	,223 $p = ,373$	-,107 $p = ,674$
X IFM U	,524* $p = ,025*$	,452 $p = ,060$	,607* $p = ,008*$	-,145 $p = ,567$	,223 $p = ,373$	1,000 $p = \text{---}$	,917* $p = ,000*$
X IFM S	,372 $p = ,128$	,266 $p = ,287$	,465 $p = ,052$	-,162 $p = ,520$	-,107 $p = ,674$	,917* $p = ,000*$	1,000 $p = \text{---}$

Observando a **Tabela 24 (CORRELAÇÃO)**, verifica-se que tanto os valores de IFM U quanto os valores de IFM S possuem alta correlação positiva com os valores de Comprimento de Sarcômero (CS). Além disso, observa-se que os valores de força de cisalhamento (WBS) não apresentaram correlações com os demais valores de textura (IFM U, IFM S, CS e WBS). Vale a pena salientar que, conforme visto no item 2.7.5 da revisão bibliográfica, pode-se verificar através do trabalho de MOLLER & VESTERGAARD (1986) que os valores de

IFM não se relacionam com os valores de força de cisalhamento (WBS), o que está de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho.

TABELA 24 - CORRELAÇÕES ENTRE AS TÉCNICAS DE TEXTURA:

Correlações entre os Parâmetros de Textura (somente técnicas) apenas das carnes PSE				
Correlações marcadas com (*) são significantes a $p < 0,05$				
N=22				
	X CS	X IFM U	X IFM S	X WBS
X CS	1,000 $p = \text{---}$	,726* $p = ,000*$	,766* $p = ,000*$	-,135 $p = ,550$
X IFM U	,726* $p = ,000*$	1,000 $p = \text{---}$	,985* $p = ,000*$	-,255 $p = ,253$
X IFM S	,766* $p = ,000*$	,985* $p = ,000*$	1,000 $p = \text{---}$	-,228 $p = ,307$
X WBS	-,135 $p = ,550$	-,255 $p = ,253$	-,228 $p = ,307$	1,000 $p = \text{---}$

5.5.3 - COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (CS)

Desde que foi estabelecida uma relação do encurtamento muscular com a maciez da carne (LOCKER, 1960), vários trabalhos foram realizados e vários pesquisadores (MARSH & LEET, 1966 e HERRING et alii, 1965) conseguiram demonstrar que músculos tratados com a determinação de modificar o CS, demonstraram uma alta correlação positiva entre CS e a maciez.

Na presente pesquisa, trabalhou-se com a hipótese de que o CS se relacionaria com a maciez conforme revisão apresentada no item 2.7.6. A

segunda hipótese foi verificar se a **carne PSE** poderia ser caracterizada por um CS distinto em relação à **carne NÃO PSE**.

Os histogramas e gráficos de caixas dos CS dos *M. longissimus dorsi* dos 4 Tratamentos nos 2 tempos distintos (**Figuras 24A e 24B**) mostram a distribuição dos valores de CS e o comportamento das médias, desvios e erros padrões dos mesmos. Os gráficos de caixas (**Figura 24B**) demonstram que tanto os desvios quanto os erros padrões são relativamente elevados, fazendo com que a medida de CS demonstre heterogeneidade de comprimento dentro de uma mesma amostra.

FIGURA 24A - HISTOGRAMAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (um)
PARA OS *M. longissimus dorsi* 8 DIAS post mortem

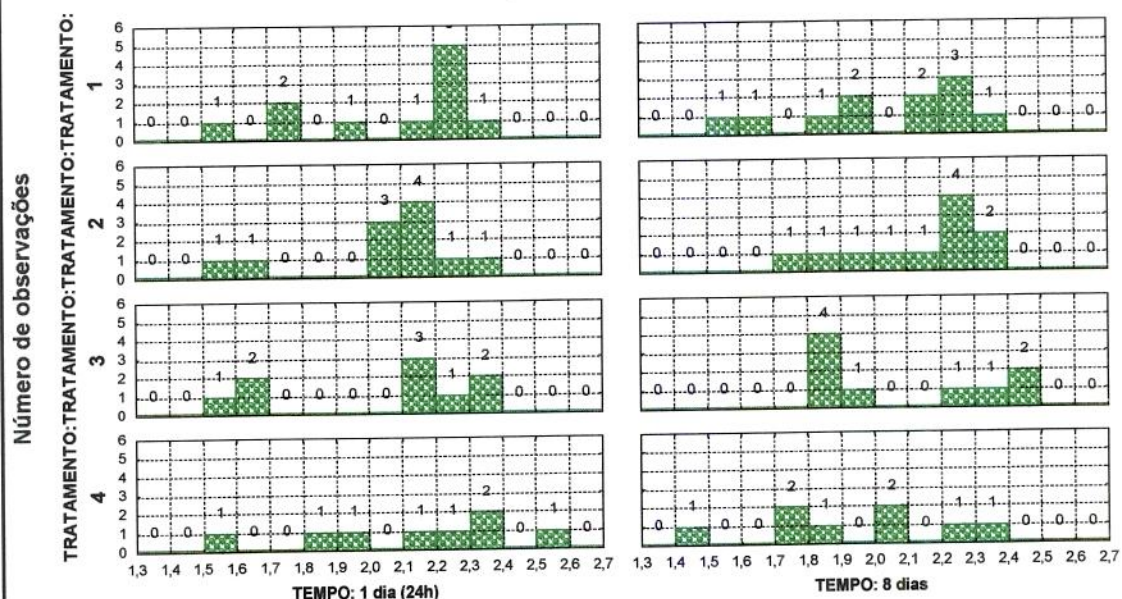
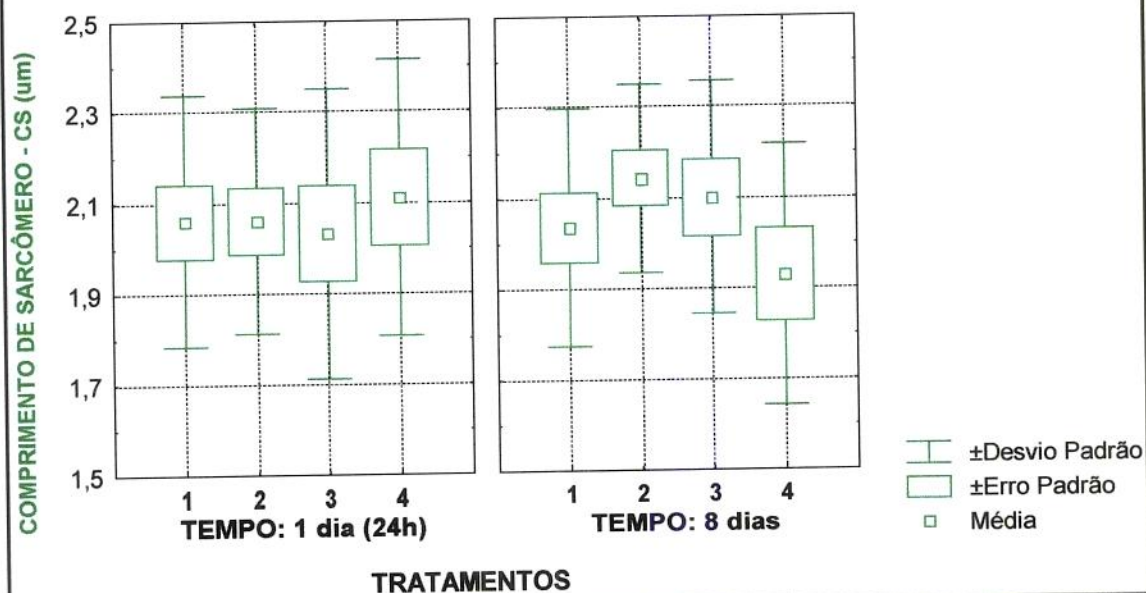


FIGURA 24B - GRÁFICOS DE CAIXAS CATEGORIZADOS POR TRATAMENTO E TEMPO PARA: VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (um)
PARA OS *M. longissimus dorsi* 8 DIAS post mortem

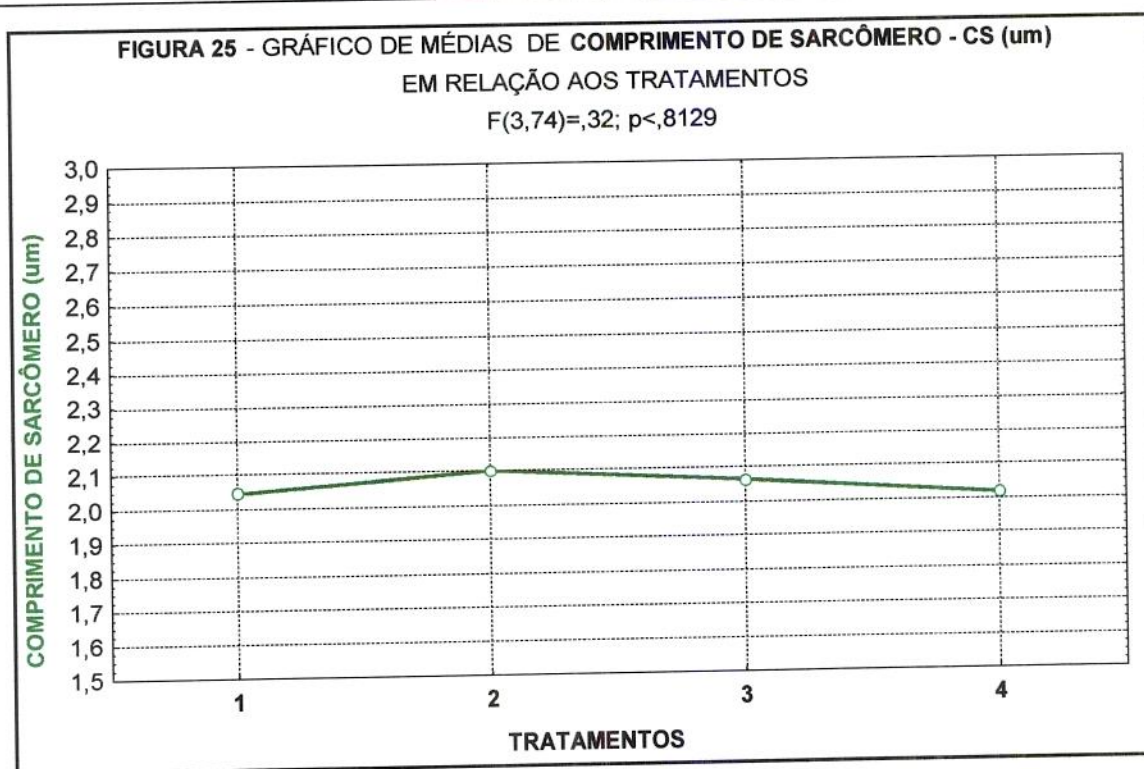


Através da Análise de Variância (**Tabela 25 - ANOVA**) foram verificados os efeitos dos tempos e dos Tratamentos para avaliar se ocorria alguma diferença significativa e, pela **Tabela 25 (ANOVA)**, constatou-se que não havia. Pode-se concluir que os Tratamentos assim como os tempos não influenciaram os comprimentos de sarcômeros (CS).

TABELA 25 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm) DOS *M. longissimus dorsi* EM FUNÇÃO DOS TEMPOS DE ANÁLISE E TRATAMENTOS:

RESUMO DOS EFEITOS:						
(1)TEMPOS E (2)TRATAMENTOS EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO DE SARCÔMERO - CS (μm)						
EFEITOS	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	1	,003225	70	,072351	,044578	,833396
2	3	,022533	70	,072351	,311438	,817043
1x2	3	,063984	70	,072351	,884357	,453565

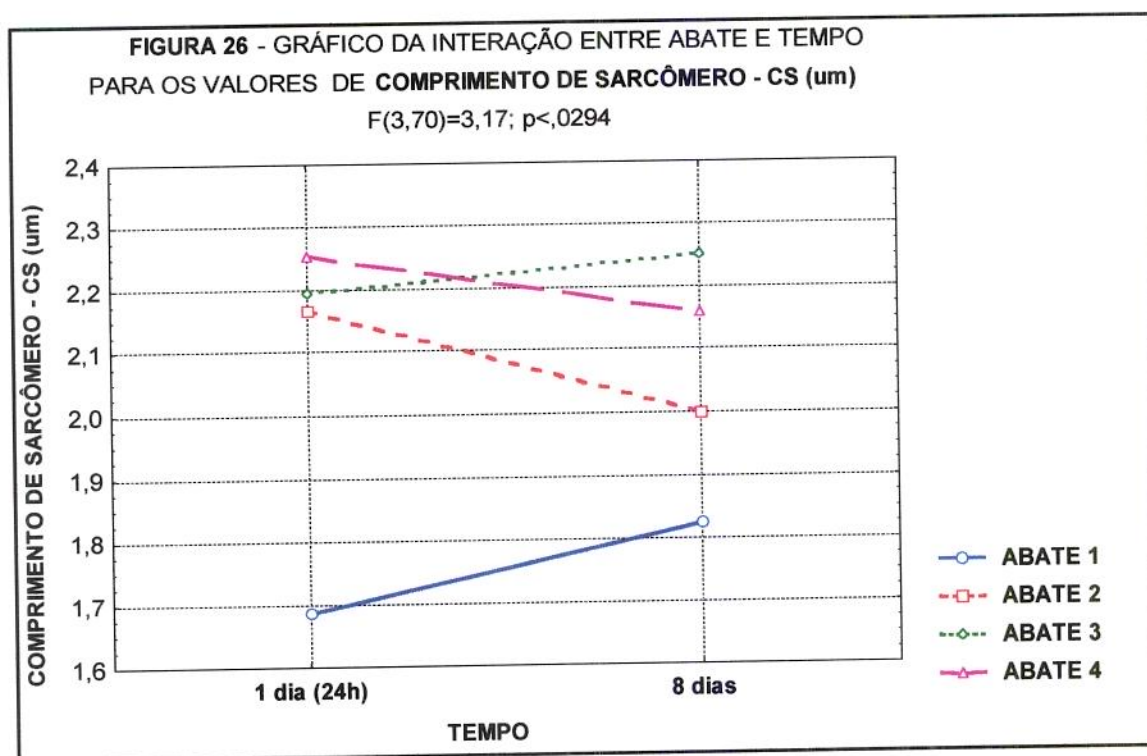
Na **Figura 25** podemos perceber o comportamento dos valores médios de CS frente aos 4 Tratamentos. Verifica-se que os valores de CS situaram-se entre 2,0 e 2,1 μm , não havendo, como citou-se anteriormente diferenças significativas entre os Tratamentos. O que está de acordo com FELDHUSEN & KÜHNE (1992) que estudando o mesmo músculo em questão verificou que o CS em condições PSE não apresentava alteração frente a resfriamento ultra-rápido e resfriamento convencional. Isto ocorreu pelo fato dos músculos PSE já estarem em *rigor mortis* quando a temperatura foi drasticamente reduzida.



Através da Análise de Variância (**Tabela 26 - ANOVA**) constata-se que os abates ($p<0,1\%$) e a interação entre abates x tempos ($p=0,029$), afetaram significativamente os valores de CS. Isto provavelmente ocorreu devido a pequenas diferenças de procedimentos entre um abate e outro, o que era de se esperar. A **Figura 26** mostra a interação entre os abates e os tempos frente aos valores de CS, nela observa-se que somente os abates 1 e 3 apresentaram um ligeiro aumento no CS com o passar do tempo, conferindo um ligeiro aumento na maciez da carne. Os abates 2 e 4 apresentaram uma ligeira diminuição no CS com o passar do tempo, conferindo, desta forma, uma ligeira diminuição na maciez da carne. Além disso, o abate 1 apresentou os menores valores de CS (**Figura 26**) nos tempos em questão, sendo ele o possível responsável pelas diferenças significativas encontradas entre os dois tempos.

TABELA 26 - ANOVA RELACIONADA AOS VALORES DE **COMPRIMENTO DE SARCÔMERO-CS** (μm) EM FUNÇÃO DOS **ABATES** E **TEMPOS** DE ANÁLISE DOS *M. longissimus dorsi*:

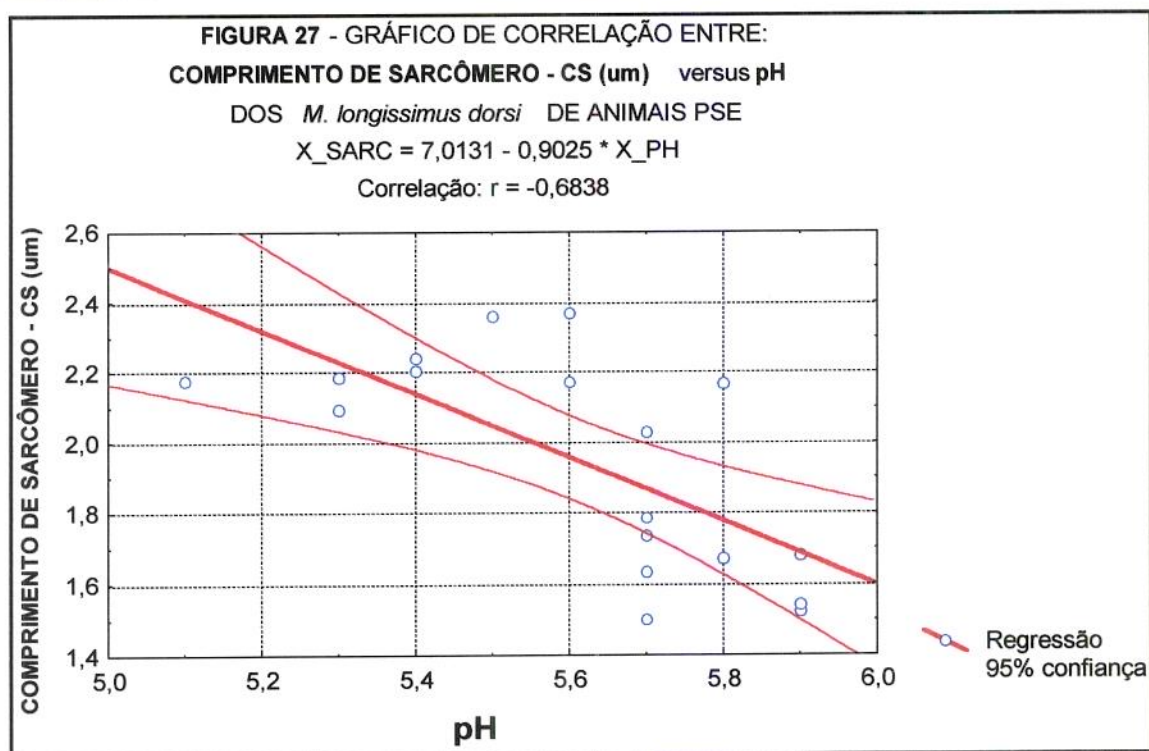
RESUMO DOS EFEITOS						
(1)ABATES E (2)TEMPOS EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO DE SARCÔMERO-CS (μm)						
	g.l. Efeito	Q.M. Efeito	g.l. Erro	Q.M. Erro	valor F	nível p
1	3*	1,020921*	70*	,028436*	35,90184*	,000000*
2	1	,006074	70	,028436	,21359	,645398
1x2	3*	,090263*	70*	,028436*	3,17420*	,029411*



Verificando as possíveis correlações existentes entre o CS e os demais parâmetros: pH, cor (L, a, b), CRA P e IFM U e IFM S (**Tabela 27 - CORRELAÇÃO**), podemos verificar que o CS só se correlacionou, no presente trabalho, com os valores de pH, apresentando $r=-0,68$ (**Figura 27**).

TABELA 27 - CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ASSOCIADOS À TEXTURA:

Correlações entre os Parâmetros Associados à Textura								
Correlações marcadas com (*) são significantes a $p < 0,05$								
N=18								
	X pH	COR L	COR a	CRA b	CRA PM	X CS	X IFM U	X IFM S
X pH	1,000 p= —	-,587* p=,010*	-,521* p=,027*	-,603* p=,008*	,071 p=,778	-,684* p=,002*	-,207 p=,409	,081 p=,750
COR L	-,587* p=,010*	1,000 p= —	,601* p=,008*	,898* p=,000*	-,098 p=,700	,360 p=,142	,524* p=,025*	,372 p=,128
COR a	-,521* p=,027*	,601* p=,008*	1,000 p= —	,791* p=,000*	-,209 p=,405	,352 p=,153	,452 p=,060	,266 p=,287
COR b	-,603* p=,008*	,898* p=,000*	,791* p=,000*	1,000 p= —	-,228 p=,363	,304 p=,220	,607* p=,008*	,465 p=,052
CRA PM	,071 p=,778	-,098 p=,700	-,209 p=,405	-,228 p=,363	1,000 p= —	,098 p=,700	-,145 p=,567	-,162 p=,520
X CS	-,684* p=,002*	,360 p=,142	,352 p=,153	,304 p=,220	,098 p=,700	1,000 p= —	,223 p=,373	-,107 p=,674
X IFM U	-,207 p=,409	,524* p=,025*	,452 p=,060	,607* p=,008*	-,145 p=,567	,223 p=,373	1,000 p= —	,917* p=,000*
X IFM S	,081 p=,750	,372 p=,128	,266 p=,287	,465 p=,052	-,162 p=,520	-,107 p=,674	,917* p=,000*	1,000 p= —



5.5.4 – TEXTURA x COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (ASPECTOS ESTRUTURAIS)

O Comprimento de Sarcômero (CS) foi analisado durante todo experimento através de fotomicrografias (ver item 4.5.4.3). Através dos fragmentos de miofibrilas presentes nestas fotomicrografias pôde-se medir os CS das amostras e compará-los com os demais resultados encontrados nas técnicas de Força de Cisalhamento (WBS) e Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM).

Nas **Fotomicrografias 1 e 2** podemos observar fragmentos de miofibrilas ampliados (1.376x) com sarcômeros evidenciados pelas linhas Z fotografados em microscópio ótico de contraste de fase (Ph 100x) em imersão de óleo, correspondentes a amostras de *M. longissimus dorsi* PSE submetidas ao Tratamento 3 (carne PSE/desossa convencional/resfriamento 0°C) analisadas **24 horas post mortem**. A amostra da **Fotomicrografia 1** apresentou CS=2,1785µm e IFMS=599,12 e a amostra da **Fotomicrografia 2** apresentou

CS=2,3809 μ m e IFMS=475,08. Os valores de força de cisalhamento não foram levantados no tempo 24h *post mortem*.

Nas **Fotomicrografias 3 e 4** podemos observar fragmentos de miofibrilas ampliados (1.376x) com sarcômeros evidenciados pelas linhas Z fotografados em microscópio ótico de contraste de fase (Ph 100x) em imersão de óleo, correspondentes a amostras de *M. longissimus dorsi* PSE submetidas ao Tratamento 3 (carne PSE/desossa convencional/resfriamento 0°C) analisadas **8 dias post mortem**. A amostra da **Fotomicrografia 3** apresentou CS=2,500 μ m, IFMS=367,54 e WBS=4,469kg; a amostra da **Fotomicrografia 2** apresentou CS=2,6020 μ m, IFMS=367,54 e WBS=5,447kg.

Diante de tais ilustrações podemos perceber que há aumento no CS nas amostras provenientes de carnes maturadas (8 dias *post mortem*) e certa diminuição nos valores de IFMS, o que sugere e confere um certo amaciamento da carne suína PSE (Tratamento 3).

FOTOMICROGRAFIA 1 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376x) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100x) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (*M. longissimus dorsi*) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADA 24 HORAS *post mortem* (CS=2,1785µm; IFMS=599,12 e WBS=não realizado)



FOTOMICROGRAFIA 2 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376x) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100x) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (*M. longissimus dorsi*) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADA 24 HORAS *post mortem* (CS=2,3809µm; IFMS=475,08 e WBS=não realizado)



FOTOMICROGRAFIA 3 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376x) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100x) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (*M. longissimus dorsi*) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADA 8 DIAS *post mortem* (CS=2,5000µm; IFMS=367,54 e WBS=4,469kg)



FOTOMICROGRAFIA 4 - FRAGMENTOS DE MIOFIBRILAS AMPLIADOS (1.376x) COM SARCÔMEROS EVIDENCIADOS PELAS LINHAS Z FOTOGRAFADOS EM MICROSCÓPIO ÓTICO DE CONTRASTE DE FASE (Ph 100x) EM IMERSÃO DE ÓLEO, CORRESPONDENTES A AMOSTRA DE CARNE SUÍNA PSE (*M. longissimus dorsi*) SUBMETIDA AO TRAT. 3 (PSE/DES.CONV./0°C) ANALISADA 8 DIAS *post mortem* (CS=2,6020µm; IFMS=367,54 e WBS=5,447kg)



6 - CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos com carnes PSE oriundas de suínos da raça Pietrain e seus controles, carnes normais, oriundas do cruzamento das raças Large White x Pietrain, pôde-se concluir que:

Os tratamentos de desossa à quente e de resfriamento rápido (Tratamentos 1 e 2) não alteraram de modo significativo o pH medido 24h *post mortem*, o qual já estava abaixo do normal na primeira hora. Todavia, o valor de pH obtido 24h *post mortem* que mais se aproximou do valor obtido nos controles foram os valores de pH dos *M. semimembranosus* submetidos à desossa e resfriamento convencional (Tratamento 3).

O estudo da capacidade de retenção de água por geleificação das proteínas miofibrilares (CRA PM), permitiu concluir que os tratamentos com resfriamento rápido (Tratamento 1=PSE/desossa à quente/-45°C e Tratamento 2=PSE/desossa à quente/-30°C), conferiram CRA PM mais elevada e significativa ($p<0,4\%$) em relação às carnes suínas PSE submetidas ao tratamento convencional (Tratamento 3=PSE/desossa convencional/0°C). Concluiu-se que o resfriamento rápido é indicado para carnes suínas PSE, embora os tratamentos com rápido resfriamento ou convencionais de carnes suínas PSE (Tratamentos 1, 2 e 3) não tenham sido suficientes para elevar o CRA PM ao nível das carnes suínas NORMAIS.

Com relação aos valores de CRA por prensagem (CRA P), verificou-se que os tratamentos não influenciaram significativamente a CRA P. A correlação entre CRA P e CRA PM foi positiva ($r=0,65056$). Os resultados permitiram concluir que a técnica de CRA P foi eficiente, e em termos de tempo de execução mostrou-se mais rápida.

A análise de cor (L, a, b) mostrou que o Tratamento 3 (PSE/ desossa convencional/0°C) forneceu valores um pouco superiores de L, a, b tanto no *M.*

longissimus dorsi quanto no *M. semimembranosus*. Embora tenham ocorrido diferenças de cor entre os músculos PSE, estas diferenças não os distinguiram estatisticamente. Concluiu-se que a caracterização de palidez para carnes suínas PSE da raça Pietrain não foi indicativa para separar carnes NORMAIS de carnes PSE, visto que os parâmetros de cor (L, a, b) apresentaram uma curva levemente ascendente para carnes PSE. As correlações entre a CRA e os teores de Luminosidade (L), vermelho (a) e amarelo (b) de carnes PSE foram significativas e os gráficos mostram que melhores retenções de água se correlacionaram com menores teores de L, a, b.

Com relação à textura, pôde-se concluir que os tratamentos não influenciaram significativamente os valores de força de cisalhamento (WBS) dos *M. longissimus dorsi*.

Os valores de Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) dos *M. longissimus dorsi* não demonstraram influência dos tratamentos de resfriamentos empregados no experimento tanto para as amostras avaliadas 24h *post mortem* quanto para as avaliadas 8 dias *post mortem*. Ocorreram correlações significativas entre IFM U e teores de Luminosidade (L) e vermelho (b). Finalmente foi verificado que o IFM U e o IFM S possuíam alta correlação positiva com o Comprimento de Sarcômero (CS).

O estudo do Índice de Fragmentação Miofibrilar Úmido (IFM U) permitiu concluir que o armazenamento refrigerado (8 dias) da carne suína PSE, promoveu um pequeno incremento em sua maciez o que indicaria que o efeito do tempo não precisaria ser evitado no manejo da carne suína PSE.

Quanto ao Comprimento de Sarcômero (CS) pôde-se concluir neste trabalho que os tratamentos empregados assim como os tempos não influenciaram o CS. Para suínos PSE as avaliações de CS não se correlacionaram com os valores de WBS, tendo demonstrado apenas correlação com os valores de IFM U e IFM S, enquanto técnicas. Em outra situação, onde outros

parâmetros (pH, cor L,a,b e CRA PM) foram correlacionados com os dados de textura, os valores de CS se correlacionaram somente com os valores de pH.

O presente estudo permitiu concluir que os índices avaliados nas carnes suínas PSE não eram similares aos de literatura; e mais ainda, as carnes controle deste estudo apresentaram valores muito próximos dos valores obtidos para as carnes PSE.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-BECHTEL, P.J. **Muscle as Food**. In: SCHWEIGERT, B.S. Orlando: Academic Press, p.143-150, 1986. (Food science and technology. Series of monographs).
- 2-BRAY, R.W. Variation of quality and quality factors within and between breeds. In: TOPEL, D. G. (Ed.) **The pork industry: problems and progress**. Ames: Iowa State University Press, 1968. p. 136-44.
- 3-BRESSAN, M.C. **Efeito do tempo entre a sangria e a entrada das carcaças na câmara fria e diferentes velocidades de resfriamento sobre a qualidade da carne suína**. Porto Alegre, 1992. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UFRGS.
- 4-BRISKEY, E.J.; KAUFFMAN, R.G. Quality characteristics of muscle as food. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. **The science of meat and meat products**. 2 ed. San Francisco: Freeman, 1971. p.367-401.
- 5-BULLA, J.; EIKELENBOOM, G.; ZELNÍK, J.; POLTÁRSKY, J. Halothane test in early diagnosis of stress susceptibility. **Acta Agric. Scand.**, n.21, p.469-478, 1979.
- 6-CHRISTIAN, L.L. A review of the role of genetics in animal stress susceptibility and meat quality. In: CASSENS, R.; GIESLER, F.; KOLB, Q. **The proceedings of the pork quality symposium**, Madison, 1972. p.91-115.
- 7-CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T.R. Anoxic storage of fresh beef. 2: colour stability and weight loss. **Meat Science**, Barking, n.5, p.267-281, 1980/1981.
- 8-CULAU, P.O.V.; OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. The effect of transportation distance of preslaughter lairage time on the pigmeat quality. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 37. 1991, Kulmbach. **Proceedings**, Kulmbach, 1991, v.1, p.224-228.

- 9-DAVIS, G.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; CROSS, H.R. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loins. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n.5, p.1305-1313, 1975.
- 10-DAYTON, W.R.; REVILLE, W.J.; GOLL, D.E.; STROMER, M.H. A Ca^{2+} -activated protease possibly involved in myofibrillar protein turnover. Partial characterization of the purified enzyme. **Biochemistry**, n.15, p.2159, 1976.
- 11-De VOL, D.L.; McKEITH, F.K.; BECHTEL, P.J.; NOVAKOFSKI, J.; SHANKS, R. D.; CARR, T.R. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p.385-395, 1988.
- 12-DAVIS, G.W.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Fragmentation procedure for bovine longissimus muscle as a index of cooked steak tenderness. **Journal of Food Science**, v.45, p.880, 1980.
- 13-DOBRENOV, B. Studies on DFD and PSE pig meat in Australia - State of Queensland. **Fleischwirtsch International**, v.69, n.5, p.869-874, 1989.
- 14-DRANSFIELD, E.; LOCKYER, D.K. Cold-shortening toughness in excised pork *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**, Barking, v.13, p.19-32, 1985.
- 15-DUTSON, T.R. Rigor onset before chilling. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE OF THE AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 30. 1977, Auburn. **Proceedings**. Auburn, 1977, p.79-86.
- 16-DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Lysosomal enzyme distribution in electrically stimulated ovine muscle. **Journal of Food Science**, v.45, n.4, p.1097-1098, 1980.
- 17-EIKELENBOOM, G.; NANNI COSTA, L. Fibre optic probe measurements in Landrace pigs of different halothane phenotypes. **Meat Science**, Barking, v.23, p.9-19, 1988.

- 18-FELÍCIO, P.E. O ABC do PSE/DFD. **Alimentos e Tecnologia**, n. 10, p. 54-57, 1986.
- 19-FELDHUSEN, F.; KÖNIGSMANN, D.; KAUP, F.-J.; DROMMER, W.; WENZEL, S. Ultrastructural findings on the skeletal muscles of pigs following ultrarapid chilling in the initial phase of meat maturation. **Meat Science**, Barking, v.31, p.367-380, 1992.
- 20-FELDHUSEN, F.; KÜHNE, M. Effects of ultrarapid chilling and ageing on length of sarcomeres, and tenderness of pork. **Meat Science**, Barking, v.32, p.161-171, 1992.
- 21-FERNANDEZ, X.; FORSLID, A.; TORNBERG, E. The effect of high *post mortem* temperature on the development of pale, soft and exsudative pork: interaction with ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v.37, p.133-147, 1994.
- 22-FREDEEN, H. Breeding & Genetics. In: WORK PLANNING MEETING ON PSE/DFD PORK, 1981, Ottawa. **Proceedings**. Ottawa, 1981, p.1-7.
- 23-FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; De LEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILER, J.E.; O'BRIEN, P.J.; MacLENNAN, D.H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hypertermia. **Science**, v.253, p.448-451, 1991.
- 24-GOUTEFONGEA, R.; GIRARD, J.P.; JACQUE, B.. Caracteristiques de la viande de porc de transformation. **Journées de Recherche Porcine en France**, Theix, n.10, p.235-248, 1978.
- 25-HARSHAN, A.; DEATHERAGE, F. Tenderization of Meat, U. S. Patent 2544681, (1951).
- 26-HENDERSON, D.W.; GOLL, D.E.; STROMER, M.H. A comparison of shortening and Z-line degradation in *post mortem* bovine, porcine, and rabbit muscle. **American Journal Anatomy**, n.128, p.117, 1970.

- 27-HERRING, H.K.; CASSENS, R.G.; BRISKEY, E.J. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position on sarcomere length, and fiber diameter. **Journal of Food Science**, v.30, p.1049, 1965.
- 28-HERRING, H.K.; HAGGARD, J.H.; HANSEN, L.J. Studies on chemical and physical properties of pork in relation to quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.33, n.3, p.578-586, 1971.
- 29-HOFFMAN, K. El pH. Uma característica de qualidade de la carne. **Fleischwirtsch espanol**, n.1, p.13-18, 1988.
- 30-HONIKEL, K.O. Capacidad de fijación de agua de la carne. **Fleischwirtsch espanol**, n.1, p.12, 1988.
- 31-HORTÓS, M.; GIL, M.; SÁRRAGA, C. Effect of calpain and cathepsin activities on myofibrils from porcine *longissimus* muscle during conditioning of normal and exudative meat. **Sciences des Aliments**, v.14, p.503-515, 1994.
- 32-HOSTETLER, R.L.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C.; DUTSON, T.R. Comparison of postmortem treatments for improving tenderness of beef. **Journal of Food Science**, v.40, n.2, p.223, 1975.
- 33-HUAROTO ROSA-PEREZ, R.; WITTMANN, W.; LITTMANN, E.; PESCHKE, W.; FÖRSTER, M. Comparação entre indivíduos cruzados Pietrain e Landrace Alemão, com diferente MHS-genótipo, para características de crescimento e carcaça. **Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub**, v.34, p.103, 1994.
- 34-IVERSEN, P.; HENCKEL, P.; LARSEN, L.M.; MONLLAO, S.; MOLLER, A.J. Tenderisation of pork as affected by degree of cold-induced shortening. **Meat Science**, Barking, v.40, p.171-181, 1995.
- 35-JEREMIAH, L.E.; MARTIN, A.H.; ACHTYMICHUK, G. Effects of delayed chilling and altered carcass suspension upon beef muscle – I Physical and textural properties. **Journal of Food Quality**, n.6, p.259, 1984.

- 36-JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIAMS, S.E.; HARGROVE, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1980-1986, 1990.
- 37-JONES, E.W.; NELSON, T.E.; ANDERSON, I.L.; KERR, D.D.; BURNAP, T.K. Malignant Hyperthermia of swine. **Anesthesiology**, v.36, n.1, p.42-51, 1972.
- 38-JONES, S.D.M.; GREER, G.G.; JEREMIAH, A.C.; MURRAY, A.C.; ROBERTSON, W.M. Cryogenic chilling of pork carcasses: effects on muscle quality, bacterial populations and palatability. **Meat Science**, Barking, v.29, p.1-16, 1991.
- 39-JORGENSEN, P.F. Observations on the H and PHI (Phosphohexose Isomerase) loci and Malignant Hyperthermia Susceptibility (MHS) in pigs. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS. 1980, Copenhagen. **Proceedings**. Copenhagen, 1980, p.343.
- 40-JUDGE, M.D.; FORREST, J.C.; SINK, J.D.; BRISKEY, E.J. Endocrine related stress responses and muscle properties of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.27, p.1247-1253, 1968.
- 41-JUDGE, M.D. A review of possible methods to detect animal stress susceptibility and potential low quality pork. In: CASSENS, R.; GIESLER, F.; KOLB, Q. **The proceedings of the pork quality Symposium**, Madison, p.68-90, 1972.
- 42-JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FOREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**, 2.ed. Dubuque: Kendall, Hunt, 1989. 351p.
- 43-KAUFFMAN, R.G.; WACHHOLZ, D.; HERSENSON, D.; LOCHNER, J.V. Shrinkage of PSE, normal and DFD hams during transit and processing. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.46, n.5, p.1236-40, 1978.

- 44-KAUFFMAN, R.G. Opportunities for meat industry in consumer satisfaction. **Food Technology**, n.11, p.132-134, 1993.
- 45-KEMPSTER, A.J.; EVANS, D.G.; CHADWICK, J.P. The effects of source population, feeding regimen, sex and day of slaughter on the muscle quality characteristics of British crossbred pigs. **Animal Production**, Edinburgh, n.19, p.455-464, 1984.
- 46-LAWRIE, R.A. **Meat Science**. 2.ed. Oxford: Pergamon Press, 1974. 419p.
- 47-LAWRIE, R.A. **Developments in meat science**. London: Applied Science, 1981. v.2, 229p.
- 48-LEANDER, R.C. Effect of heating on the ultrastructure of bovine muscle. ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE OF THE AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 30. Auburn. **Proceedings**. Auburn, 1977, p.99-115.
- 49-LOCKER, R.H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. **Food Research**, v.25 p.304, 1960.
- 50-LOCKER, R.H. Cold-induced toughness of meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Advances in meat research**. Westport: AVI, 1985. v.1, p.1.
- 51-LOPEZ, C.A.; HEBERT, E.W. The private Franklin, the man and his family. New York: W.W. Norton & Company, 1975, p.44-45.
- 52-LUNDSTRÖM, K. **Stress susceptibility and meat quality in Swedish Landrace and Yorkshire pigs**. Uppsala: Institutionen för Husdjursförädling, 1976. p.1-21. (Rapport, 11).
- 53-LUNSDSTRÖM, K.; NILSSON, H.; MALMFORS, B. Interrelations between meat quality characteristics in pigs. **Acta Agric. Scand. Suppl.**, n.21, p.71-80, 1979.

- 54-LUYET, B.J. Behaviour of muscle subjected to freezing and thawing. In: BRISKEY, E.J.; CASSENS, R.G.; TRAUTMAN, J.C. (Ed.). **Physiology and biochemistry of muscle as food**. Madison: Univ. of Wisconsin Press, 1966. p.353.
- 55-MacDOUGALL, D.B. Changes in the color and opacity of meat. **Food Chemistry**, Barking, v.9, n.1/2, p.75-88, 1982.
- 56-MARSH, B.B.; LEET, N.G. Studies in meat tenderness-III The effects of cold shortening on tenderness. **Journal of Food Science**, v.31, n.3, p.450, 1966.
- 57-MOLLER, A.J.; VESTERGAARD, T.; WISMER-PEDERSEN, J. Myofibril fragmentation in bovine longissimus dorsi as an index of tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, n.5, p.824-825, 1973.
- 58-MOLLER, A.J.; VESTERGAARD, T. Effects of altered carcass suspension during rigor mortis on tenderness of pork loin. **Meat Science**, Barking, v.18, p.77-87, 1986.
- 59-NEEL, S.W.; REAGAN, J.O.; MARRY, J.W. Effects of rapid chilling and accelerated processing on the physical and sensory characteristics of fresh pork loins. **Journal of Animal Science**, v.64, p.765-773, 1987.
- 60-OLSON, D.G.; PARRISH Jr., F.C.; STROMER, M.H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during *post mortem* storage. **Journal of Food Science**. Champaign, v.41, p.1036, 1976.
- 61-ORTNER, H.A. Efecto de la refrigeración sobre la calidad de la carne. **Fleischwirtsch espanol**, n.1, p.29-37, 1990.
- 62-OURIQUE, J.M.R. **Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação de qualidade da carne suína**. Porto Alegre, 1989. 105p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UFRGS.

- 63-OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação de qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.2, p.118-125, 1990.
- 64-PARRISH Jr., F.C.; YONG, R.B.; MINER, B.E.; ANDERSEN, L.D. Effect of *post mortem* conditions on certain chemical, morphological and organoleptic properties of bovine muscle. **Journal of Food Science**, v.38, p.690, 1973.
- 65-PARRISH Jr., F.C. Skeletal muscle tissue disruption. ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE OF THE AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 30. Auburn. **Proceedings**. Auburn, 1977, p.87-97.
- 66-PEARSON, A.M. Muscle function and post-mortem changes. In: PRICE, J.F. e SCHWEIGERT, B.S. **The Science of meat and meat products**. 2.ed. San Francisco: Freeman and Company, 1971. p.208-229.
- 67-PINHEIRO, M. da G. **Desempenho produtivo e características de carcaça e da carne de suínos sensíveis e não sensíveis ao halotano**. Jaboticabal, 1984. 89p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - UNESP.
- 68-POSTE, L.M.; BUTLER, G.; MACKIE, D.; AGAR, V.E.; THOMPSON, B.K.; CLIPLEF, R.L.; McKAY, R.M. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness values as affect by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v.4, p.207-214, 1993.
- 69-PROBLEMAS de qualidade da carne suína. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, p.21-22, 1986.
- 70-PRODUÇÃO do presunto cozido: uma arte secular. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, p.32-34, 1988.
- 71-REAGAN, J.O.; DUTSON, T.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Muscle fragmentation indices for predicting cooked beef tenderness. **Journal of Food Science**, v.14, p.1093, 1975.

- 72-ROSEIRO, L.C.; SANTOS, C.; MELO, R.S. Muscle pH₆₀, colour (L, a, b) and water-holding capacity and the influence of *post mortem* meat temperature. **Meat Science**, Barking, v.38, p.353-359, 1994.
- 73-SAYRE, R.N.; KIERNAT, B.; BRISKEY, E.J. Processing characteristics of porcine muscle related to pH and temperature during rigor mortis development and to gross morphology 24 hr postmortem. **Journal of Food Science**, Champaign, v.29, n.2, p.175-81, 1964.
- 74-SCHMIDT, G.R.; ZUIDAM, L.; SYBESMA, W. Biopsy technique and analysis for predicting pork quality. **Journal of Animal Science**, v.34, n.1, p.25-29, 1972.
- 75-SILVEIRA, E.T.F. Impacto da qualidade na industrialização da carne suína. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2. 1996, Campinas. **Anais**. Campinas, 1996. p.99-121.
- 76-SKELLEY, G.C.; HANDLIN, D.L.; BONETTE, T.E. Pork acceptability and its relationship to carcass quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.3, p.488-492, 1973.
- 77-SMITH, W.C.; LESSER, D. As economic assessment of pale, soft and exsudative musculature in the fresh and cured pig carcass. **Animal Production**, Edinburgh, v.34, p.291-99, 1982.
- 78-SOMMERS, C.; TARRANT, P.V.; SHERINGTON, J. Evaluation of some objective methods for measuring pork quality. **Meat Science**, Barking, v.15, p.63-76.
- 79-SWARTZ, D.R.; GREASER, M. L.; MARSH, B.B. Structural studies of rigor bovine myofibrils using fluorescence microscopy. Influence of sarcomere length on the binding of myosin subfragment-1, alpha-actin and G-actin to rigor myofibrils. **Meat Science**, Barking, v.33, p.157-190.
- 80-SWATLAND, H.J. **Structure and development of meat animals**. New Jersey: Prentice Hall, 1984. 436p.

- 81-SWATLAND, H.J. Near-infrared birefringence and transmittance of pork in relation to pH, sarcomere length, cold-shortening, and causes of paleness. **Food Research International**, v.28, n.2, p.153-159, 1995.
- 82-SYBESMA, W.; EIKELENBOOM, G. Malignant hyperthermia syndrome in pigs. **Netherlands Journal Veterinary Science**, v.2, n.2, p.155-160, 1960.
- 83-TAYLOR, A.A.; MARTOCCIA, L. The effect of low voltage and high voltage electrical stimulation on pork quality. **Meat Science**, Barking, v.39, p.319-326, 1995.
- 84-TOPEL, D.G.; BICKNEL, E.J.; PRESTON, K.S.; CHRISTIAN, L.L.; MATSUSHIMA, C.Y. Porcine stress syndrome. **Modern Veterinary Practice**, v.49, p.40-41, 1968.
- 85-TROUT, G.R. Techniques for measuring water-binding capacity in muscle foods: a review of methodology. **Meat Science**, Barking, v.23, p.235-252, 1988.
- 86-VADA, M. Effect of cooling rate upon processing characteristics of pork meat of different glycolysis type during *post mortem* ageing. **Meat Science**, Barking, v.1, p.245-252, 1977.
- 87-VAN DEN HENDE, C.; LISTER, D.; MUYLLE, E.; OOMS, L.; OYAERT, W. Malignant Hyperthermia in Belgian Landrace pigs rested or exercised before exposure to halothane. **British Journal of Anaesthesiology**, v.48, p.821-829, 1976.
- 88-van der WAL, P.G.; BOLINK, A.H.; MERKUS, G.S.M. Research note: differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Barking, v.24, p.79-84, 1988.
- 89-van der WAL, P.G.; ENGEL, B.; van BEEK, G.; VEERKAMP, C.H. Chilling pig carcasses: effects on temperature, weight loss and ultimate meat quality. **Meat Science**, Barking, v.40, p.193-202, 1995.

- 90-VOISEY, P.W.; LARMOND, E. Examination of factors affecting performance of the Warner-Bratzler meat shear test. **J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.** v.7, n.4, p.243-249, 1974.
- 91-VOYLE, C.H. Sarcomere length and meat quality. EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS, 17. 1971, Bristol. **Proceedings.** Bristol, 1971. p.95.
- 92-WACHHOLZ, D.; KAUFFMAN, R.G.; HENDERSON, D.; LOCHNER, J. V. Consumer discrimination of pork color at the market place. **Journal of Food Science**, Champaign, n.43, p.1150-1152.
- 93-WARRIS, O.D. The relationship between pH₄₅ and drip in pig muscle. **Journal of Food Technology**, v.17, p. 573-578, 1982.
- 94-WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. **Meat Science**, Barking, v.20, p.65-74, 1987.
- 95-WEBB, A.J. Research on halothane testing for stress susceptibility in Britain. **Pig Breeders Gazette**, v.163, p.26-29, 1980.
- 96-WEBER, A.; WASSILEV, K.; MOLLER, A.J.; SCHIMIDT-NIELSEN, B.; GLAD, F. Computerized laser diffractometer for routine measurements of sarcomeres lengths in meat. **Journal of Food Science**, v.53, n.3, p.691-695, 1988.
- 97-WISMER PEDERSEN, J. Water. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. **The Science of meat and meat products**. 2.ed. San Francisco: Freeman, 1971. p.177-207.
- 98-WOLTERS DORF, W.; TROEGER, K. Slaughter technique to reduce proportion of PSE pigs. **Fleischwirtsch International**, n.2, p.10-14, 1988.

- 99-WOLTERSDORF, W.; TROEGER, K. 1990. Mejoramiento de la calidad de la carne PSE de cerdos mediante refrigeración extra rápida. **Fleischwirtsch espanol**, n.1, p.29-37, 1990.
- 100-XIONG, Y.L.; REKKE, C.J. Changes in protein solubility and gelation properties of chicken myofibrils during storage. **Journal of Food Science**, v.54, n.5, p.1141-1146, 1989.

ANEXOS

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA A - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH E TEMPERATURA

data file: PH4TEMP.STA [156 cases with 7 variables]

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
1	AB	3.0	-9999	ABATES (1=1°ABATE, 2=2°ABATE, 3=3°ABATE E 4=4°ABATE)
2	TEMPO	5.0	-9999	TEMPOS (1=1h post mortem e 24=24h post mortem)
3	MÚSC	4.0	-9999	MÚSCULOS (1=M.longissimus dorsi e 2=M.semimembranosus)
4	AN	3.0	-9999	ANIMAIS (1,2,3=QUANTIDADE DE ANIMAIS POR TRATAMENTO)
5	TRAT	4.0	-9999	TRATAMENTOS (1=pse, quente, -45°C/2=pse, quente, -30°C/3=pse, conv, 0°C/4=controle)
6	X_PH	4,1	-9999	VALORES MÉDIOS DE pH
7	X_TEMP	6,1	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA(°C)

	1	2	3	4	5	6	7
	AB	TEMPO	MÚSC	AN	TRAT	X_PH	X_TEMP
1	1	1	1	1	1	5,5	28,2
2	1	1	1	2	1	5,4	26,8
3	1	1	1	3	1	5,8	33,8
4	1	1	1	1	2	5,4	27,4
5	1	1	1	2	2	6,0	30,8
6	1	1	1	3	2	5,3	30,0
7	1	1	1	1	3	6,3	32,2
8	1	1	1	2	3	5,7	34,9
9	1	1	1	3	3	5,9	32,9
10	1	1	1	1	4	6,1	32,3
11	1	1	1	2	4	6,5	36,4
12	1	1	2	1	1	6,1	37,1
13	1	1	2	2	1	5,8	31,4
14	1	1	2	3	1	6,0	36,0
15	1	1	2	1	2	5,4	35,4
16	1	1	2	2	2	6,7	37,0
17	1	1	2	3	2	5,8	36,5
18	1	1	2	1	3	6,1	34,7
19	1	1	2	2	3	6,2	33,3
20	1	1	2	3	3	5,7	30,2
21	1	1	2	1	4	7,0	33,8
22	1	1	2	2	4	6,5	33,4
23	1	24	1	1	1	5,7	8,1
24	1	24	1	2	1	5,7	9,7
25	1	24	1	3	1	5,7	8,1
26	1	24	1	1	2	5,7	8,0
27	1	24	1	2	2	5,9	7,9
28	1	24	1	3	2	5,9	1,5
29	1	24	1	1	3	5,8	7,3
30	1	24	1	2	3	5,9	7,6
31	1	24	1	3	3	5,7	11,1
32	1	24	1	1	4	5,7	11,1
33	1	24	1	2	4	5,7	6,5
34	1	24	2	1	1	5,8	2,9
35	1	24	2	2	1	5,5	5,0
36	1	24	2	3	1	6,0	0,0
37	1	24	2	1	2	5,7	6,3
38	1	24	2	2	2	6,2	5,2
39	1	24	2	3	2	5,8	1,1
40	1	24	2	1	3	5,6	7,5
41	1	24	2	2	3	5,7	7,1
42	1	24	2	3	3	5,7	12,6
43	1	24	2	1	4	5,6	8,6
44	1	24	2	2	4	5,8	6,2
45	2	1	1	1	1	5,6	35,7
46	2	1	1	2	1	5,1	33,8
47	2	1	1	1	2	5,3	34,9
48	2	1	1	2	2	5,2	35,7
49	2	1	1	1	3	5,0	32,2
50	2	1	1	1	4	5,8	32,6
51	2	1	1	2	4	5,9	34,2
52	2	1	2	1	1	6,2	34,8
53	2	1	2	2	1	5,6	32,8
54	2	1	2	1	2	5,7	35,6
55	2	1	2	2	2	5,1	32,9
56	2	1	2	1	3	5,8	34,0
57	2	1	2	1	4	6,1	32,2
58	2	1	2	2	4	6,5	32,0
59	2	24	1	1	1	5,6	8,6
60	2	24	1	2	1	5,5	7,4
61	2	24	1	1	2	5,6	7,7
62	2	24	1	2	2	5,5	13,0
63	2	24	1	1	3	5,3	12,1
64	2	24	1	1	4	5,5	13,0
65	2	24	1	2	4	5,7	10,8
66	2	24	2	1	1	5,8	4,3
67	2	24	2	2	1	5,7	2,1
68	2	24	2	1	2	5,7	7,1
69	2	24	2	2	2	5,6	8,8
70	2	24	2	1	3	5,4	12,6
71	2	24	2	1	4	5,5	13,6
72	2	24	2	2	4	5,6	12,2
73	3	1	1	1	1	5,3	33,5

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA A - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH E TEMPERATURA

	1	2	3	4	5	6	7
	AB	TEMPO	MÚSC	AN	TRAT	X _{PH}	X _{TEMP}
74	3	1	1	2	1	5,8	33,7
75	3	1	1	3	1	5,8	35,5
76	3	1	1	1	2	5,6	37,3
77	3	1	1	2	2	5,4	33,6
78	3	1	1	3	2	5,9	38,2
79	3	1	1	1	3	5,4	34,5
80	3	1	1	2	3	5,6	37,2
81	3	1	1	1	4	6,1	33,1
82	3	1	1	2	4	5,6	35,7
83	3	1	2	1	1	6,0	34,3
84	3	1	2	2	1	5,7	33,4
85	3	1	2	3	1	5,5	33,3
86	3	1	2	1	2	5,4	34,9
87	3	1	2	2	2	5,4	33,6
88	3	1	2	3	2	6,4	35,3
89	3	1	2	1	3	5,4	38,9
90	3	1	2	2	3	5,4	35,2
91	3	1	2	1	4	6,4	38,1
92	3	1	2	2	4	6,0	33,3
93	3	24	1	1	1	5,8	3,2
94	3	24	1	2	1	5,7	1,5
95	3	24	1	3	1	5,7	8,7
96	3	24	1	1	2	5,8	6,1
97	3	24	1	2	2	5,9	8,9
98	3	24	1	3	2	5,8	6,1
99	3	24	1	1	3	5,9	10,7
100	3	24	1	2	3	5,7	11,6
101	3	24	1	1	4	5,5	14,5
102	3	24	1	2	4	5,5	12,9
103	3	24	2	1	1	6,0	2,8
104	3	24	2	2	1	5,7	4,1
105	3	24	2	3	1	5,6	8,4
106	3	24	2	1	2	5,8	,3
107	3	24	2	2	2	5,7	9,4
108	3	24	2	3	2	5,9	1,7
109	3	24	2	1	3	5,7	9,5
110	3	24	2	2	3	5,5	9,3
111	3	24	2	1	4	5,5	9,4
112	3	24	2	2	4	5,6	7,4
113	4	1	1	1	1	6,0	38,9
114	4	1	1	2	1	6,0	35,8
115	4	1	1	3	1	5,7	37,1
116	4	1	1	1	2	5,6	35,5
117	4	1	1	2	2	5,4	37,4
118	4	1	1	3	2	5,8	38,3
119	4	1	1	1	3	5,9	37,4
120	4	1	1	2	3	5,3	40,8
121	4	1	1	3	3	5,7	37,5
122	4	1	1	1	4	6,4	38,2
123	4	1	1	2	4	6,1	38,3
124	4	1	2	1	1	5,9	36,7
125	4	1	2	2	1	6,1	33,8
126	4	1	2	3	1	5,8	36,4
127	4	1	2	1	2	5,7	34,4
128	4	1	2	2	2	5,9	35,8
129	4	1	2	3	2	6,2	36,3
130	4	1	2	1	3	6,1	35,5
131	4	1	2	2	3	5,3	37,5
132	4	1	2	3	3	5,3	34,7
133	4	1	2	1	4	6,2	39,1
134	4	1	2	2	4	6,6	38,5
135	4	24	1	1	1	5,8	9,8
136	4	24	1	2	1	5,6	7,1
137	4	24	1	3	1	5,4	12,3
138	4	24	1	1	2	5,5	8,3
139	4	24	1	2	2	5,6	2,1
140	4	24	1	3	2	5,3	3,6
141	4	24	1	1	3	5,3	10,0
142	4	24	1	2	3	5,4	11,4
143	4	24	1	3	3	5,1	10,5
144	4	24	1	1	4	5,4	11,0
145	4	24	1	2	4	5,8	10,3
146	4	24	2	1	1	5,5	5,2
147	4	24	2	2	1	6,1	5,7
148	4	24	2	3	1	5,8	,3
149	4	24	2	1	2	5,6	8,0
150	4	24	2	2	2	5,6	2,2
151	4	24	2	3	2	5,6	4,3
152	4	24	2	1	3	5,4	9,0
153	4	24	2	2	3	5,3	9,9
154	4	24	2	3	3	5,3	11,1
155	4	24	2	1	4	5,4	9,9
156	4	24	2	2	4	6,1	11,3

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA B - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMP., COR(L,a,b), CRAFTM, CS, IFMU, IFMS

data file: 24M14M1.STA [22 cases with 14 variables]

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
1	AB	3.0	-9999	ABATES (1=1°ABATE, 2=2°ABATE, 3=3°ABATE E 4=4°ABATE)
2	TEMPO	5.0	-9999	TEMPO (24=24horas)
3	MUSC	4.0	-9999	MÚSCULO (1=M.longissimus dorsi)
4	AN	3.0	-9999	ANIMAIS (1,2,3=QUANTIDADE DE ANIMAIS POR TRATAMENTO)
5	TRAT	4.0	-9999	TRATAMENTOS(1=pse, quente, -45°C/2=pse, quente, -30°C/3=pse, conv, 0°C/4=controle)
6	X_PH	4.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE pH
7	X_TEMP	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA (°C)
8	COR_L	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE LUMINOSIDADE (L de Hunter)
9	COR_A	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter)
10	COR_B	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter)
11	CRA_PM	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE CRA POR GELEIFICAÇÃO DAS PROT. MIOFIBRILARES-CRA PM(%)
12	X_SARC	8.6	-9999	VALORES MÉDIOS DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO-CS(um)
13	X_IFM_U	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR ÚMIDO (IFM U)
14	X_IFM_S	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR SECO (IFM S)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	AB	TEMPO	MUSC	AN	TRAT	X_PH	X_TEMP	COR_L	COR_A	COR_B	CRA_PM	X_SARC	X_IFM_U	X_IFM_S
1	1	24	1	1	1	5,7	8,1	47,67	7,91	3,37	60,7	1,734330	507,1900	551,3155
2	1	24	1	2	1	5,7	9,7	51,12	9,58	4,36	64,9	1,787037	381,4933	414,6832
3	1	24	1	3	1	5,7	8,1	41,30	8,91	2,10	66,7	1,501592	360,6100	391,9830
4	1	24	1	1	2	5,7	8,0	50,64	10,00	4,21	60,1	2,030713	460,0100	500,0308
5	1	24	1	2	2	5,9	7,9	42,58	5,28	1,18	63,4	1,524232	284,8667	309,6501
6	1	24	1	3	2	5,9	1,5	44,74	8,35	2,05	61,5	1,681948	423,1667	459,9822
7	1	24	1	1	3	5,8	7,3	48,76	6,28	1,97	59,9	1,671551	425,6667	462,6997
8	1	24	1	2	3	5,9	7,6	45,84	6,84	2,06	48,8	1,541311	243,0233	264,1663
9	1	24	1	3	3	5,7	11,1	45,97	7,61	1,82	53,9	1,636142	212,7167	231,2230
10	1	24	1	1	4	5,7	11,1	49,11	7,55	3,10	70,8	1,844181	403,2433	438,3254
11	1	24	1	2	4	5,7	6,5	47,80	7,09	2,72	71,6	1,596154	358,4500	389,6351
12	4	24	1	1	1	5,8	9,8	40,70	7,90	,40	57,0	2,167092	304,0700	278,1333
13	4	24	2	2	1	5,6	7,1	41,80	5,90	,60	73,3	2,369408	309,4867	287,4700
14	4	24	1	3	1	5,4	12,3	55,10	8,90	5,30	78,9	2,206287	348,5100	328,2300
15	4	24	1	1	2	5,5	8,3	47,60	7,80	1,50	55,6	2,361111	386,3000	358,7967
16	4	24	1	2	2	5,6	2,1	48,60	10,50	3,00	70,4	2,174513	347,1300	249,0667
17	4	24	1	3	2	5,3	3,6	47,40	6,90	1,40	69,7	2,096237	305,4733	250,8533
18	4	24	1	1	3	5,3	10,0	48,10	10,10	4,40	46,5	2,185374	417,2367	374,5967
19	4	24	1	2	3	5,4	11,4	56,70	10,00	7,40	51,8	2,241071	579,9333	543,7567
20	4	24	1	3	3	5,1	10,5	53,80	11,00	6,50	49,8	2,178571	365,6233	328,0167
21	4	24	1	1	4	5,4	11,0	43,40	8,10	1,80	83,4	2,514361	289,0067	247,2600
22	4	24	1	2	4	5,8	10,3	40,20	7,80	,30	79,6	2,318452	343,1400	307,2600

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA C - DADOS EXPERIMENTAIS DE TEXTURA (CS, IFMU, IFMS E WBS)

data file: TEXTURAW.STA { 78 cases with 9 variables }

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
1	AB	3.0	-9999	ABATES (1=1°ABATE, 2=2°ABATE, 3=3°ABATE E 4=4°ABATE)
2	TEMPO	5.0	-9999	TEMPOS (1=1dia e 8=8dias)
3	MUSC	4.0	-9999	MÚSCULO (1=M.longissimus dorsi)
4	AN	3.0	-9999	ANIMAIS (1,2,3=QUANTIDADE DE ANIMAIS POR TRATAMENTO)
5	TRAT	4.0	-9999	TRATAMENTOS (1=pse, quente, -45°C/2=pse, quente, -30°C/3=pse, conv, 0°C/4=controle)
6	X_SARC	8.6	-9999	VALORES MÉDIOS DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO (mm)
7	X_IFM_U	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR ÚMIDO (IFM U)
8	X_IFM_S	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR SECO (IFM S)
9	X_WBS	8.6	-9999	VALORES MÉDIOS DE FORÇA DE CISALHAMENTO WARNER-BRATZLER SHEAR (WBS)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	AB	TEMPO	MUSC	AN	TRAT	X_SARC	X_IFM_U	X_IFM_S	X_WBS
1	1	1	1	1	1	1,734330	507,1900	551,3155	
2	1	1	1	2	1	1,787037	381,4933	414,6832	
3	1	1	1	3	1	1,501592	360,6100	391,9830	
4	1	1	1	1	2	2,030713	460,0100	500,0308	
5	1	1	1	2	2	1,524232	284,8667	309,6501	
6	1	1	1	3	2	1,681948	423,1667	459,9822	
7	1	1	1	1	3	1,671551	425,6667	462,6997	
8	1	1	1	2	3	1,541311	243,0233	264,1663	
9	1	1	1	3	3	1,636142	212,7167	231,2230	
10	1	1	1	1	4	1,844181	403,2433	438,3254	
11	1	1	1	2	4	1,596154	358,4500	389,6351	
12	2	1	1	1	1	1,940476	338,1333	301,6267	
13	2	1	1	2	1	2,263558	322,5733	294,7267	
14	2	1	1	1	2	2,107143	406,1900	378,8500	
15	2	1	1	2	2	2,175217	445,4033	408,7967	
16	2	1	1	1	3	2,366071	322,6300	289,3433	
17	2	1	1	1	4	2,202381	282,2400	254,8667	
18	2	1	1	2	4	2,111678	341,9900	313,9467	
19	2	1	1	1	1	2,250000	288,0867	238,0800	
20	3	1	1	2	1	2,234269	404,9500	362,6567	
21	3	1	1	3	1	2,207672	312,2433	287,4733	
22	3	1	1	1	2	2,286255	329,4500	308,6700	
23	3	1	1	2	2	2,168367	375,6100	355,5833	
24	3	1	1	3	2	2,058768	303,4833	278,7433	
25	3	1	1	1	3	2,305916	393,7967	350,7600	
26	3	1	1	2	3	2,149621	379,6233	337,8600	
27	3	1	1	1	4	1,931217	283,1833	242,5633	
28	3	1	1	2	4	2,361111	384,5267	349,4233	
29	4	1	1	1	1	2,167092	304,0700	278,1333	
30	4	1	1	2	1	2,369408	309,4867	287,4700	
31	4	1	1	3	1	2,206207	348,5100	326,2300	
32	4	1	1	1	2	2,361111	386,3000	355,7967	
33	4	1	1	2	2	2,174513	347,1300	249,0667	
34	4	1	1	3	2	2,096237	305,4733	250,8533	
35	4	1	1	1	3	2,185374	417,2367	374,5967	
36	4	1	1	2	3	2,241071	579,9333	543,7567	
37	4	1	1	3	3	2,178571	365,6233	328,0167	
38	4	1	1	1	4	2,514361	289,0067	247,2600	
39	4	1	1	2	4	2,318452	343,1400	307,2600	
40	1	8	1	1	1	1,939100	193,0570		7,010670
41	1	8	1	2	1	1,935470	431,1870		5,676000
42	1	8	1	3	1	1,524220	360,4000		3,366000
43	1	8	1	1	2	2,058400	376,3800		5,033330
44	1	8	1	2	2	1,884230	258,7430		4,503670
45	1	8	1	3	2	1,735040	397,0100		5,543330
46	1	8	1	1	3	1,896850	415,3670		4,031330
47	1	8	1	2	3	1,935900	168,3900		4,594670
48	1	8	1	3	3	1,846000	270,1730		5,234670
49	1	8	1	1	4	1,450880	214,6270		3,623000
50	1	8	1	2	4	1,857060	347,4930		3,910330
51	2	8	1	1	1	1,699740	199,4800	158,5670	5,081000
52	2	8	1	2	1	2,211640	264,6300	242,3970	5,301330
53	2	8	1	1	2	2,288360	346,0400	322,8430	5,521670
54	2	8	1	2	2	2,395830	440,4570	417,7870	4,064330
55	2	8	1	1	3	1,889880	214,5730	187,7500	4,465000
56	2	8	1	1	4	1,732140	206,9370	173,2000	4,606670
57	2	8	1	2	4	1,767860	234,7000	186,1330	4,524000
58	3	8	1	1	1	2,137900	284,3700	242,1770	4,273500
59	3	8	1	2	1	2,283870	395,3600	345,4630	4,473000
60	3	8	1	3	1	2,278910	417,280	363,1900	4,074330
61	3	8	1	1	2	2,324070	392,2300	333,8730	3,835200
62	3	8	1	2	2	2,256240	371,5570	352,4670	4,262670
63	3	8	1	3	2	2,104880	279,4530	253,2130	3,394000
64	3	8	1	1	3	2,433150	410,6700	385,7970	4,784000
65	3	8	1	2	3	2,308770	381,2300	356,7200	4,732000
66	3	8	1	1	4	2,361110	288,8230	262,5730	4,650000
67	3	8	1	2	4	2,025510	249,8370	217,3600	4,407330
68	4	8	1	1	1	2,338620	209,0230	193,8770	5,355000
69	4	8	1	2	1	2,158730	299,2670	236,8470	4,962670
70	4	8	1	3	1	1,882560	315,1130	271,1400	4,764670
71	4	8	1	1	2	2,238100	344,8400	311,8170	6,565000

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA C - DADOS EXPERIMENTAIS DE TEXTURA (CS, IFMU, IFMS E WBS)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB	TEMPO	MÚSC	AN	TRAT	X_SARC	X_IFMU	X_IFMS	X_WBS
72	4	8	1	2	2,298190	369,3830	329,7530	4,911670
73	4	8	1	3	2,1990740	259,3930	222,8600	5,702000
74	4	8	2	1	3,1898600	244,1900	207,5600	5,101330
75	4	8	1	2	3,2472220	383,6300	350,0230	4,288000
76	4	8	1	3	3,223210	407,0630	370,1670	5,382330
77	4	8	1	1	4,202380	208,6370	188,6470	5,371000
78	4	8	1	2	4,2043650	244,4800	220,0230	5,578000

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA D - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMP., COR(L,a,b), CRA P E CRA PM

data file: PHTCCR24.STA [39 cases with 12 variables]

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
1	AB	3.0	-9999	ABATES (1=1°ABATE, 2=2°ABATE, 3=3°ABATE E 4=4°ABATE)
2	TEMPO	5.0	-9999	TEMPO (24=24horas)
3	MUSC	4.0	-9999	MÚSCULO (2=M.semimembranosus)
4	AN	3.0	-9999	ANIMAIS (1,2,3=QUANTIDADE DE ANIMAIS POR TRATAMENTO)
5	TRAT	4.0	-9999	TRATAMENTOS (1=pse,quente,-45°C/2=pse,quente,-30°C/3=pse,conv,0°C/4=controle)
6	X_PH	4.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE pH
7	X_TEMP	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA (°c)
8	COR_L	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE LUMINOSIDADE (L de Hunter)
9	COR_A	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter)
10	COR_B	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter)
11	CRA_P	5.3	-9999	VALORES MÉDIOS DE CRA POR PRENSAGEM - CRA P
12	CRA_PM	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE CRA POR PROTEÍNAS MIOFIBRILARES(%) - CRA PM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	AB	TEMPO	MUSC	AN	TRAT	X_PH	X_TEMP	COR_L	COR_A	COR_B	CRA_P	CRA_PM
1	1	24	2	1	1	5,8	2,9	41,74	7,58	1,17	,334	67,1
2	1	24	2	2	1	5,5	5,0	47,62	8,20	3,95	,330	63,4
3	1	24	2	3	1	6,0	0,0	37,88	8,77	,36	,328	60,8
4	1	24	2	1	2	5,7	6,3	51,02	8,81	4,15	,289	64,5
5	1	24	2	2	2	6,2	5,2	41,04	6,23	1,12	,295	61,3
6	1	24	2	3	2	5,8	1,1	41,47	7,67	,68	,323	58,4
7	1	24	2	1	3	5,6	7,5	45,85	8,83	3,20	,322	37,2
8	1	24	2	2	3	5,7	7,1	42,17	9,51	2,18	,312	38,4
9	1	24	2	3	3	5,7	12,6	43,33	9,40	2,48	,300	40,5
10	1	24	2	1	4	5,6	8,6	48,88	7,27	3,23	,412	72,4
11	1	24	2	2	4	5,8	6,2	45,24	6,76	1,83	,412	70,6
12	2	24	2	1	1	5,8	4,3	38,20	8,20	0,00	,473	
13	2	24	2	2	1	5,7	2,1	51,50	7,30	2,00	,420	
14	2	24	2	1	2	5,7	7,1	40,40	8,40	1,50	,546	
15	2	24	2	2	2	5,6	8,8	52,40	11,10	5,10	,381	
16	2	24	2	1	3	5,4	12,6	41,40	11,50	3,00	,290	
17	2	24	2	1	4	5,5	13,6	40,60	8,90	1,70	,338	
18	2	24	2	2	4	5,6	12,2	43,40	6,98	1,30	,434	
19	3	24	2	1	1	6,0	2,8	36,30	8,70	,50	,549	
20	3	24	2	2	1	5,7	4,1	41,40	9,70	1,80	,573	
21	3	24	2	3	1	5,6	8,4	48,80	11,30	5,20	,352	
22	3	24	2	1	2	5,8	,3	45,50	7,10	,90	,430	
23	3	24	2	2	2	5,7	9,4	49,60	9,50	3,70	,458	
24	3	24	2	3	2	5,9	1,7	44,00	4,30	,60	,502	
25	3	24	2	1	3	5,7	9,5	48,50	10,60	4,30	,372	
26	3	24	2	2	3	5,5	9,3	46,60	7,40	2,70	,493	
27	3	24	2	1	4	5,5	9,4	43,60	8,60	2,10	,596	
28	3	24	2	2	4	5,6	7,4	42,70	7,40	1,00	,450	
29	4	24	2	1	1	5,5	5,3	39,50	8,80	,70	,394	88,7
30	4	24	2	2	1	6,1	5,7	40,40	7,20	1,20	,437	83,4
31	4	24	2	3	1	5,8	,3	35,80	8,60	-,20	,422	82,4
32	4	24	2	1	2	5,6	8,0	39,80	7,60	-,50	,474	87,7
33	4	24	2	2	2	5,6	2,2	38,30	7,40	-,90	,494	80,3
34	4	24	2	3	2	5,6	4,3	40,30	7,30	,50	,510	79,6
35	4	24	2	1	3	5,4	9,0	42,10	9,40	2,60	,413	85,7
36	4	24	2	2	3	5,3	9,9	55,30	11,60	7,70	,257	72,5
37	4	24	2	3	3	5,3	11,1	52,90	10,30	5,90	,308	74,1
38	4	24	2	1	4	5,4	9,9	41,90	7,10	1,20	,449	91,3
39	4	24	2	2	4	6,1	11,3	39,20	8,30	1,10	,411	90,8

ESTUDO DA CARNE SUÍNA PSE EM RELAÇÃO AO RESFRIAMENTO E TEXTURA

ANEXOS

STATISTICA: Basic Statistics and Tables

TABELA E - DADOS EXPERIMENTAIS DE pH, TEMP, COR(L,a,b), CRA PM, CS, IFMU E IFMS

data file: PHTCCT24.STA { 39 cases with 14 variables }
 PH, TEMP.,COR, CRA PM, TEXTURA -> MÚSC.1 / 24H

VARIABLE SPECIFICATIONS:

No	Name	Format	MD Code	Long Label
1	AB	3.0	-9999	ABATES (1=1°ABATE, 2=2°ABATE, 3=3°ABATE E 4=4°ABATE)
2	TEMPO	5.0	-9999	TEMPO (24=24horas)
3	MÚSC	4.0	-9999	MÚSCULO (1=M.longissimus dorsi)
4	AN	3.0	-9999	ANIMAIS (1,2,3=QUANTIDADE DE ANIMAIS POR TRATAMENTO)
5	TRAT	4.0	-9999	TRATAMENTOS (1=pse,quente,-45°C/2=pse,quente,-30°C/3=pse,conv,0°C/4=controle)
6	X PH	4.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE pH
7	X TEMP	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA (°C)
8	COR_L	7.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE LUMINOSIDADE (L de Hunter)
9	COR_A	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE VERMELHO (a de Hunter)
10	COR_B	5.2	-9999	VALORES MÉDIOS DE TEOR DE AMARELO (b de Hunter)
11	CRA PM	6.1	-9999	VALORES MÉDIOS DE CRA POR GELEIFICAÇÃO DE PROTEÍNAS MIOFIBRILARES-CRA PM(%)
12	X SARC	8.6	-9999	VALORES MÉDIOS DE COMPRIMENTO DE SARCÔMERO-CS(um)
13	X IFM U	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR ÚMIDO (IFM U)
14	X IFM S	8.4	-9999	VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE FRAGMENTAÇÃO MIOFIBRILAR SECO (IFM S)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AB	TEMPO	MÚSC	AN	TRAT	X PH	X TEMP	COR_L	COR_A	COR_B	CRA PM	X SARC	X IFM U	X IFM S
1	1	24	1	1	5,7	8,1	47,67	7,91	3,37	60,7	1,734330	507,1900	551,3155
2	1	24	1	2	5,7	9,7	51,12	9,58	4,36	64,9	1,787037	381,4933	414,6832
3	1	24	1	3	5,7	8,1	41,30	8,91	2,10	66,7	1,501592	360,6100	391,9830
4	1	24	1	2	5,7	8,0	50,64	10,00	4,21	60,1	2,030713	460,0100	500,0308
5	1	24	1	2	5,9	7,9	42,58	5,28	1,18	63,4	1,524232	284,8667	309,6501
6	1	24	1	3	5,8	1,5	44,74	8,35	2,05	61,5	1,681948	423,1667	459,9822
7	1	24	1	3	5,8	7,3	48,76	6,28	1,97	59,9	1,671551	425,6667	462,6997
8	1	24	1	2	5,9	7,6	45,84	6,84	2,06	48,8	1,541311	243,0233	264,1663
9	1	24	1	3	5,7	11,1	45,97	7,61	1,82	53,9	1,636142	212,7167	231,2230
10	1	24	1	4	5,7	11,1	49,11	7,55	3,10	70,8	1,844181	403,2433	438,3254
11	1	24	1	2	5,7	6,5	47,80	7,09	2,72	71,6	1,596154	358,4500	389,6351
12	2	24	1	1	5,6	8,6	45,60	7,50	1,30		1,940476	338,1333	301,6267
13	2	24	1	2	5,5	7,4	41,60	7,30	-60		2,263558	322,5733	294,7267
14	2	24	1	2	5,6	7,7	52,90	6,90	3,60		2,107143	408,1900	378,8500
15	2	24	1	2	5,5	13,0	58,10	9,00	6,20		2,175217	445,4033	408,7967
16	2	24	1	3	5,3	12,1	52,00	9,30	4,10		2,366071	322,6300	289,3433
17	2	24	1	4	5,5	13,0	46,80	7,20	1,70		2,202381	282,2400	254,8667
18	2	24	1	2	5,7	10,8	46,60	7,80	2,70		2,111678	341,9900	313,9467
19	3	24	1	1	5,8	3,2	44,80	8,40	2,60		2,250000	288,0867	238,0800
20	3	24	1	2	5,7	1,5	49,10	7,90	2,90		2,234269	404,9500	362,6567
21	3	24	1	3	5,7	8,7	50,70	8,70	4,10		2,207672	312,2433	287,4733
22	3	24	1	2	5,8	6,1	47,60	8,40	2,20		2,286255	329,4500	308,6700
23	3	24	1	2	5,9	8,9	49,50	7,80	3,20		2,168367	375,6100	355,5833
24	3	24	1	3	5,8	6,1	39,40	8,40	1,10		2,058768	303,4833	278,7433
25	3	24	1	3	5,9	10,7	51,40	10,40	4,70		2,305916	393,7967	350,7600
26	3	24	1	2	5,7	11,6	54,60	7,50	5,20		2,149621	379,6233	337,8600
27	3	24	1	4	5,5	14,5	47,50	6,80	2,00		1,931217	283,1833	242,5633
28	3	24	1	2	5,5	12,9	45,00	6,90	50		2,361111	384,5267	349,4233
29	4	24	1	1	5,8	9,8	40,70	7,90	40	57,0	2,167092	304,0700	278,1333
30	4	24	1	2	5,6	7,1	41,80	5,90	60	73,2	2,369408	309,4867	287,4700
31	4	24	1	3	5,4	12,3	55,10	8,90	5,30	78,9	2,206207	348,5100	326,2300
32	4	24	1	2	5,5	8,3	47,60	7,80	1,50	55,6	2,361111	386,3000	355,7967
33	4	24	1	2	5,6	2,1	48,60	10,50	3,00	70,4	2,174513	347,1300	249,0667
34	4	24	1	3	5,3	3,6	47,40	6,90	1,40	69,7	2,096237	305,4733	250,8533
35	4	24	1	1	5,3	10,0	48,10	10,10	4,40	46,5	2,185374	417,2367	374,5967
36	4	24	1	2	5,4	11,4	56,70	10,00	7,40	51,8	2,241071	579,9333	543,7567
37	4	24	1	3	5,1	10,5	53,80	11,00	6,50	49,8	2,178571	365,6233	328,0167
38	4	24	1	4	5,4	11,0	43,40	8,10	1,80	83,4	2,514361	289,0067	247,2600
39	4	24	1	2	5,8	10,3	40,20	7,80	30	79,6	2,318452	343,1400	307,2600