



UNICAMP
Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Tecnologia de Alimentos

EFICÁCIA DO SISTEMA HENNESSY GP4, NA DETERMINAÇÃO DE ASPECTOS QUALITATIVOS EM CARCAÇAS SUÍNAS

Autor: William Bertoloni

Orientador: Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira

Co-orientador: Dr. Arnaldo Yoshiteru Kuaye

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas pelo Zootecnista William Bertoloni, para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

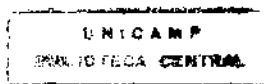
PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por William Bertoloni, aprovada pela Comissão Julgadora em 26 de novembro de 1999.

Campinas, 26 de novembro de 1999.

Prof. Dr. Expedito T. Facco Silveira
Presidente da Banca

Campinas ISP
1999



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	B462e
V.	Ex
TIPO DE	39838
PREÇO	278/00
	C ☐ D ☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	08/01/00
N.º CPD	

CM-00135771-7

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

B462e Bertoloni, William
Eficácia do sistema Hennessy GP4, na determinação de aspectos qualitativos em carcaças suínas. / William Bertoloni. -- Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: Expedito Tadeu Facco Silveira.
Co-orientador: Arnaldo Yoshiteru Kuaye
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Suíno. 2. Qualidade. 3. Carcaças. 4. Tipificação.
I. Silveira, Expedito Tadeu Facco. II. Kuaye, Arnaldo Yoshiteru. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. IV. Título.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Arnaldo Yoshiteru Kuaye pela co-orientação e incentivo;

Ao Dr. Expedito Facco Tadeu, pela orientação do projeto e sugestões;

Ao pessoal do laboratório de análises físico-químicas do CTC / ITAL pelos ensinamentos e ajuda;

Às amigas Tatiana e Rafaela, pela ajuda na execução das análises laboratoriais e coleta de dados;

Aos professores e amigos do Departamento de Tecnologia de Alimentos;

Ao frigorífico Marchiori por possibilitar a tipificação das carcaças estudadas;

Ao CNPq pela ajuda financeira;

Ao Centro de Tecnologia de Alimentos do ITAL, por possibilitar a realização deste trabalho;

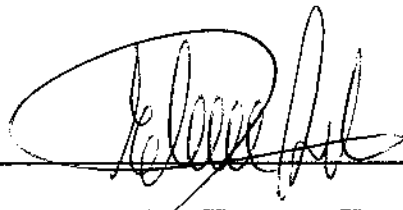
A minha mãe por acreditar em mim;

A Wellen por sempre me incentivar.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho;

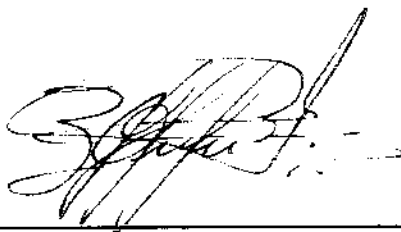
Muito Obrigado!

BANCA EXAMINADORA

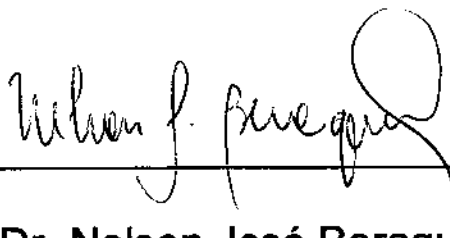


Prof. Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
Presidente

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Membro



Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
Membro



Dr. Nelson José Beraquet
Membro

Campinas, ____ de ____ de 1999.

ÍNDICE GERAL

<u>Assunto</u>	<u>Página</u>
ÍNDICE GERAL	I
ÍNDICE DE TABELAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
ÍNDICE DE FOTOS	X
ÍNDICE DE QUADROS	XI
RESUMO	XII
SUMMARY	XIII
1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA:	1
2 OBJETIVOS :	5
2.1 Objetivos gerais:	5
2.2 Objetivos específicos:	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	6
3.1 Aspectos gerais	6
3.2 Relação entre reflectância / luminosidade e aspectos qualitativos	15
3.2.1 Aspectos relacionados as propriedades da fonte luminosa	25
3.3 Associação dos valores de pH com características de qualidade	30
3.4 Influências da temperatura	36
3.5 Relação entre cor e qualidade	38
3.5.1 Influência da concentração de pigmentos	41
4 MATERIAL E MÉTODOS:	42

4.1	Material	42
4.2	Metodologia experimental	42
4.2.1	Mensurações efetuadas	42
4.2.1.1	Medidas de reflectância	42
4.2.1.2	Medidas de pH	44
4.2.1.3	Medidas de temperatura	44
4.2.1.4	Medidas de cor	46
4.3	Análises laboratoriais	46
4.3.1	Preparo das amostras	46
4.3.2	Análise de C.R.A.	46
4.3.3	Análise de gordura intramuscular e umidade	46
4.3.4	Análise de pigmentos totais	47
4.4	Análise estatística	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO:	47
5.1	Dados de análises laboratoriais	47
5.2	Relação dos valores de reflectância nas características de qualidade estudadas.	52
5.2.1	Correlações entre as medidas de reflectância (Hennesy GP 4) e análises laboratoriais	52
5.2.2	Correlações entre as medidas de reflectância (Hennesy GP 4) e outras mensurações	63
5.2.2.1	Medidas de pH	63
5.2.2.2	Medidas de cor L^* , a^* , b^* ,	66
5.3	Relação do pH nas características de qualidade estudadas	72
5.3.1	Correlações entre as medidas de pH e análises laboratoriais	72
5.3.2	Correlações entre as medidas de pH e mensurações de cor	77
5.4	Relação entre as medidas de cor (CIE Lab) e análises laboratoriais	80

5.5 Efeito da temperatura sobre as características de qualidade estudadas	82
5.5 Análise dos principais indicadores de qualidade estudados através de regressão múltipla.	85
5.7 Análises dos principais indicadores de qualidade através da técnica de componentes principais.	86
6 CONCLUSÕES:	93
7 SUGESTÕES:	95
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	96

ÍNDICE DE TABELAS

	<u>Página</u>
<u>Tabela 1:</u> Resultado das análises laboratoriais da carne do lombo e pernil de 82 carcaças suínas.	48
<u>Tabela 2:</u> Coeficientes de correlação entre reflectância (<u>12^o vértebra torácica</u>) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos <i>post mortem</i> .	57
<u>Tabela 3:</u> Coeficientes de correlação entre reflectância (<u>13^o vértebra torácica</u>) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos <i>post mortem</i> .	57

<u>Tabela 4:</u>	58
Coeficientes de correlação entre reflectância (<i>semimembranosus</i>) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos <i>post mortem</i> .	
<u>Tabela 5:</u>	58
Coeficientes de correlação entre reflectância (<i>rectus femoris</i>) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos <i>post mortem</i> .	
<u>Tabela 6:</u>	64
Coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e pH em vários períodos <i>post mortem</i> mensurados na <u>12^o vértebra torácica</u> em 82 carcaças suínas.	
<u>Tabela 7:</u>	64
Coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e pH em vários períodos <i>post mortem</i> mensurados na <u>13^o vértebra torácica</u> em 82 carcaças suínas.	
<u>Tabela 8:</u>	65
Coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e pH em vários períodos <i>post mortem</i> mensurados na no músculo <i>semimembranoso</i> em 82 carcaças suínas.	
<u>Tabela 9:</u>	65
Coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e pH em vários períodos <i>post mortem</i> mensurados no músculo <i>rectus femoris</i> em 82 carcaças suínas.	
<u>Tabela 10:</u>	70
Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> na <u>12^o vértebra torácica</u> em 69 carcaças suínas.	

<u>Tabela 11:</u> Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> na <u>13^o vértebra torácica</u> em 69 carcaças suínas.	70
<u>Tabela 12:</u> Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> no músculo <u>semimembranoso</u> em 69 carcaças suínas.	71
<u>Tabela 13:</u> Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> no músculo <u>rectus femoris</u> em 69 carcaças suínas.	71
<u>Tabela 14:</u> Coeficientes de correlação entre os valores de pH obtidos na <u>12^o vértebra torácica</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.	73
<u>Tabela 15:</u> Coeficientes de correlação entre os valores de pH obtidos na <u>13^o vértebra torácica</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.	73
<u>Tabela 16:</u> Coeficientes de correlação entre os valores de pH obtidos no músculo <u>semimembranoso</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.	74
<u>Tabela 17:</u> Coeficientes de correlação entre os valores de pH obtidos no músculo <u>rectus femoris</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.	74
<u>Tabela 18:</u> Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de pH na <u>12^o vértebra torácica</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> em 65 carcaças suínas.	78

<u>Tabela 19:</u>	78
Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de pH na <u>13^o vértebra torácica</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> em 65 carcaças suínas.	
<u>Tabela 20:</u>	79
Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de pH no músculo <u>semimembranoso</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> em 65 carcaças suínas.	
<u>Tabela 21:</u>	79
Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de pH no músculo <u>rectus femoris</u> em vários períodos <i>post mortem</i> e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas <i>post mortem</i> em 65 carcaças suínas.	
<u>Tabela 22:</u>	81
Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de cor L*, a*, b* no período de 24 h <i>post mortem</i> em diferentes locais do lombo e pêmil e análises laboratoriais em 69 carcaças suínas.	
<u>Tabela 23:</u>	87
Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (45 min. <i>post mortem</i>) na 12 ^o vértebra torácica.	
<u>Tabela 24:</u>	87
Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (1h 45 min. <i>post mortem</i>) na 12 ^o vértebra torácica.	
<u>Tabela 25:</u>	88
Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (3h 45 min. <i>post mortem</i>) na 12 ^o vértebra torácica.	
<u>Tabela 26:</u>	88
Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (24h. <i>post mortem</i>) na 12 ^o vértebra torácica.	

<u>Tabela 27:</u> Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (45min. <i>post mortem</i>) no músculo <i>semimembranoso</i>	89
<u>Tabela 28:</u> Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (1h 45min. <i>post mortem</i>) no músculo <i>semimembranoso</i> .	89
<u>Tabela 29:</u> Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (3h 45min. <i>post mortem</i>) no músculo <i>semimembranoso</i> .	90
<u>Tabela 30:</u> Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações (24h. <i>post mortem</i>) no músculo <i>semimembranoso</i> .	90
<u>Tabela 31:</u> Coeficientes dos vetores referentes as mensurações da região do carrê, em relação aos dois componentes principais analisados	91
<u>Tabela 32:</u> Componentes principais, referente as mensurações realizadas na região do carrê, para os dois componentes principais.	91
<u>Tabela 33:</u> Coeficientes dos vetores estudados, referentes as mensurações da região do pernil, em relação aos dois componentes principais analisados	92
<u>Tabela 34:</u> Componentes principais, referente as mensurações realizadas na região do pernil para os dois componentes principais.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>PÁGINA</u>
<u>Figura 1.</u> Avaliação da espessura de toucinho e carne através de uma sonda de reflectância interna (HENNESSY SYSTEM).	03
<u>Figura 2:</u> Perfil de reflectância no período de 45 minutos <i>post mortem</i> em músculos Normal e PSE , obtidos através do Sistema Hennessy de classificação.	09
<u>Figura 3:</u> Evolução cronológica das sondas ópticas utilizadas para a tipificação de carcaças.	13
<u>Figura 4</u> Fluxograma de Trabalho.	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<u>PÁGINA</u>
<u>Gráfico 1:</u> Distribuição dos valores de capacidade de retenção de água (absorbância/g) no pernil e carrê de 82 carcaças suínas.	49
<u>Gráfico 2:</u> Distribuição das porcentagens de gordura intramuscular no pernil e carrê de 82 carcaças suínas	49

Gráfico 3: Distribuição dos resultados de pigmentos totais (ppm) no pernil e carrê 82 carcaças suínas	51
Gráfico 4: Distribuição das porcentagens de umidade no pernil e carrê de 82 carcaças suínas.	51
Gráfico 5: Comportamento dos coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e a capacidade de retenção de água (CRA) em vários locais e períodos <i>post mortem</i> .	59
Gráfico 6: Comportamento das reflectâncias mensuradas através do sistema Hennessy GP4 em varias regiões anatômicas e períodos <i>post mortem</i> em 82 carcaças suínas.	59
Gráfico 7: Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na 13 ^o vértebra torácica em diversos períodos <i>post mortem</i> .	60
Gráfico 8: Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na 12 ^o vértebra torácica em diversos períodos <i>post mortem</i> .	60
Gráfico 9: Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na região do pernil (<i>rectus femoris</i>) em diversos períodos <i>post mortem</i> .	61
Gráfico 10: Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na região do pernil (<i>semimembranoso</i>) em diversos períodos <i>post mortem</i> .	61

Gráfico 11: Equações de regressão e correlações entre os valores de reflectância (45min, 2:15 e 3:45) <i>post mortem</i> com a capacidade de retenção de água na 12 ^o vértebra torácica.	62
Gráfico 12: Distribuição dos valores de luminosidade L*, obtidos no período de 24:00 horas <i>post mortem</i> .	69
Gráfico 13: Equações de regressão e correlações entre os valores de pH (45min, 4h e 6h) <i>post mortem</i> e capacidade de retenção de água na 12 ^o vértebra torácica.	75
Gráfico 14: Valores médios de pH obtidos em diferentes locais de mensuração e períodos <i>post mortem</i> .	76
Gráfico 15: Comportamento dos coeficientes de correlação entre os valores de pH e a capacidade de retenção de água (CRA) em vários locais e períodos <i>post mortem</i>	76
Gráfico 16: Valores médios de temperatura em °C obtidos em 69 carcaças suínas nas regiões musculares estudadas.	84

ÍNDICE DE FOTOS

	<u>PÁGINA</u>
Foto 1: Mensurações das reflexões luminosas de duas regiões musculares do pernil: músculo <i>rectus femoris</i> e músculo <i>semimembranoso</i> e duas regiões musculares do lombo na altura da 12 ^o e 13 ^o vértebras torácicas no músculo <i>longissimus dorsi</i> .	45

ÍNDICE DE QUADROS

PÁGINA

Quadro 1 :

40

Valores limite de qualidade relativos a mensurações de cor L^* , a^* , b^*

RESUMO

A qualidade da carne suína pode ser influenciada pela condição PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) ou DFD (carne escura, firme e ressecada na superfície). A presença dessas anomalias afetam as propriedades funcionais do músculo destinado ao processamento, bem como a aparência do produto final.

Até que as condições PSE/DFD em suínos sejam eliminadas completamente através de seleção genética, adequado manejo pré-abate e emprego de boas técnicas de abate, haverá uma contínua necessidade na procura de equipamentos indicativos dos atributos de qualidade, em condições comerciais.

A inclusão de aspectos relacionados à qualidade da carne em sistemas de tipificação de carcaças para a avaliação objetiva desses parâmetros através de técnicas adequadas, tem despertado o interesse da comunidade científica e das pessoas ligadas à indústria da carne.

Nesta pesquisa, 82 carcaças suínas foram tipificadas, através do sistema Hennessy GP4, em duas regiões musculares do pernil (músculos *semimembranosus* e *rectus femoris*) e duas regiões do músculo L. dorsi, (12^o 13^o vértebras torácicas), em vários horários *post mortem* (45min, 1:15, 1:45, 2:15, 2:45, 3:15, 3:45, 5:45, 7:45 e 24:00 horas).

As informações obtidas, através do sistema de inserção óptica, demonstraram que este sistema de tipificação pode ser utilizado como um indicador de qualidade para a capacidade de retenção de água, visto que é um método rápido não destrutivo e apresentou correlações similares às medidas obtidas através de pH-metro, quando associadas às características de qualidade estudadas (capacidade de retenção de água, % pigmentos totais, % gordura intramuscular e cor).

SUMMARY

The pork quality can be influenced by PSE (pale, soft and exsudative meat) condition or DFD (dark, firm and dry meat at the surface). The presence of those anomalies affect the functional proprieties of the meat destined to the processing, as well as the appearance of the final product.

Until the conditions PSE / DFD in pork are completely eliminated through genetics selection, adequate pré-slaughter management and utilization of good slaughtering procedures there be a constant the search for equipments that can indicate pork in comercial conditions.

The inclusion of aspects related to the meat quality in grading systems of carcasse associated to objective evaluation of those parameters through adequate technics has been arousing the interest of the scientific community and persons connected to meat industry.

A total of 82 pork carcasses were characterized, through Hennessy GP 4 system, in two muscle (*semimembranosus* and *rectus femoris*) and two regions of the loin (12th and 13th thoracic ribs) on several *post mortem*, (45 minutes, 1:15, 1:45, 2:45, 3:15, 3:45, 5:45, 7:45, and 24:00 hours).

The data obtained through the optical probe systems, demonstrated that the Hennessy GP 4, can be utilized like a quality indicator, for the water holding capacity, respecting it is a quick method, no destructive and proposed similar correlations to the measures obtained through pH-meter, when associated to the characteristics of studied quality caracteristics(water holding capacity, % total pigments, % intramuscular fatness and colour).

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA:

Mensurações física da carne, são importantes na determinação da qualidade pois, embora as variações na qualidade da carne sejam originadas através de uma interação de fatores genéticos, fisiológicos, bioquímicos e histológicos, o principal caminho para explicar tais variações de qualidade geralmente são sempre de natureza física (SWATTLAND, 1994).

Outro aspecto a ser considerado é que as mensurações ópticas são rápidas, não destrutivas e podem ser utilizadas em carcaças "on line" em um frigorífico.

O conceito de mensurações "on-line" de qualidade da carne, segundo SWATTLAND (1994), foi proposto há muitos anos, porém somente recentemente com o progresso dos equipamentos ópticos de tipificação esta possibilidade tornou-se viável.

Mudanças na função de mensuração da camada de gordura para aspectos de qualidade e vice-versa, tem ocorrido ao longo da história de evolução das fibras ópticas e elétricas (SWATTLAND et al. 1994).

No futuro, sistemas robóticos poderão utilizar equipamentos baseados em mensurações de ultra-som para avaliar a camada de gordura, enquanto que ao mesmo tempo mensurações de fibra óptica fornecerão valores relativos a qualidade. Entretanto o principal problema encontrado quando utilizou-se fibras ópticas na determinação de aspectos qualitativos é o desconhecimento por parte da comunidade científica do verdadeiro comportamento da luz em contato com as fibras musculares (SWATTLAND et al. 1994).

A luz é capturada por uma fibra óptica após ser conduzida por um caminho

desconhecido em um tecido translúcido (SWATLAND et al.1994).

Os espectrofotômetros de reflectância e colorímetros são equipamentos que têm sido utilizados para o estudo da cor. Com o advento da tecnologia da fibra óptica e o equipamento de fotodiodo, uma nova geração de espectrofotômetros de reflectância comerciais tornaram-se disponíveis, acrescentando-se assim um outro formato de interface entre a superfície da carne e o sistema óptico. Nesse sistema existe um contato direto entre as fibras musculares e as fibras ópticas, introduzido inicialmente por McDOUGALL (1980), através de medidas monocromáticas de reflectância. Isto possibilitou diversas e novas maneiras pela qual a microestrutura da carne pode ser acoplada opticamente aos espectrofotômetros (SWATLAND, 1989).

O perfil de reflectância pode ser medido rapidamente, de maneira não destrutiva, em carcaças intactas e fornecer um método útil para o controle de qualidade e avaliação objetiva da aparência visual da carne (SWATLAND, 1989).

Estas sondas eletrônicas de tipificação apresentam algumas vantagens sobre os métodos ópticos convencionais, tais como o INTRASCOPE, em relação a determinação da composição da carcaça, pois detectam a interface músculo / gordura através da luz refletida, o que sugere que possam fornecer uma estimativa da reflectância, cor e indiretamente a estrutura do próprio tecido muscular (WARRISS, 1987). Tal medida da qualidade da carne, portanto, pode ser viável na detecção de carcaças que apresentam a anomalia PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) ou DFD (carne escura, firme e ressecada). Além disso, os equipamentos são portáteis possibilitando que as medidas de reflectância possam ser realizadas em amostras intactas de carne ou em carcaças (SWATLAND, 1986), permitindo através de uma única operação, uma rápida análise multivariada do espectro de reflectância (SHRINMER & GARGUS, 1989).

A medida de reflectância interna (Hennesy GP4), isto é, do espalhamento

de luz na microestrutura da carne, sem levar em conta a absorbância seletiva dada por cromóforos, viabiliza solucionar os problemas com a descoloração da superfície bem como da reflectância especular da superfície úmida da carne (SWATLAND, 1989).

Na figura 1, pode-se observar como é realizada a inserção da sonda óptica Hennessy GP4 de tipificação sob a região do lombo (12^o vértebra torácica).

A carne, no entanto é um produto variável com respeito ao arranjo da fibra muscular, pH e conteúdo de tecido conjuntivo, o que causa uma certa dificuldade na padronização do caminho pelo qual o espectro de reflectância é medido. Segundo, SWATLAND (1989) o espectro de reflectância da carne intacta, não deve ser julgado com os mesmos padrões rigorosos dos utilizados na espectroscopia bioquímica, onde trabalha-se com cromóforos purificados uniformemente dispersos em uma concentração conhecida de um solvente apropriado, sendo avaliado por um equipamento com caminho óptico conhecido.

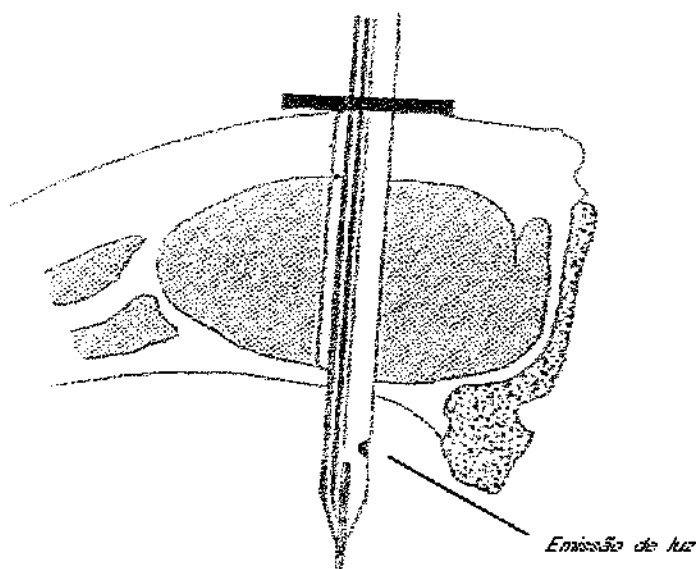


Figura 1. Avaliação da espessura de toucinho e carne através de uma sonda de reflectância interna. (De Boer,T. et al, 1992)

Embora a padronização para a espectrofotometria de reflectância da carne intacta possa ser menos precisa que em outros campos de atuação, o assunto é de vital importância prática.

O problema principal que ainda não foi resolvido é de como padronizar o sistema para uma reflectância de 100% para cada comprimento de onda, de forma que simule as condições ópticas que ocorrem quando as fibras ópticas estão conectadas diretamente com o tecido cárneo.

Apesar do Brasil apresentar grande potencial no setor de carnes suínas, necessário se faz atingir um maior desenvolvimento tecnológico para minimizar as variações decorrentes da produção de suínos, das técnicas de abate e processamento, visando atender à crescente atenção, a nível mundial, pela qualidade da carne.

Aspectos relativos à padronização dos métodos de mensuração discutidos por BARTON-GADE (1993), confirmaram que equipamentos baseados em sondas ópticas de reflectância como FOP e MQM, podem ser utilizados na saída do túnel de resfriamento rápido de carcaças suínas para a avaliação da condição PSE com relativa exatidão.

Revisando sobre a utilização de sistemas de tipificação de carcaças "on-line" SORENSE et al., (1989), também relataram a possibilidade da associação entre as mensurações obtidas através de sondas ópticas e aspectos de qualidade, embora comentou que os períodos iniciais do *post mortem*, não forneçam precisão adequada.

Nesse sentido ressalta-se a importância da realização de investigações de métodos instrumentais que auxiliem no diagnóstico das características de qualidade da carne na linha de matança, possibilitando assim vantagens operacionais e econômicas para a empresa no sentido de selecionar as matérias-

primas destinadas à industrialização de produtos cárneos, bem como na comercialização de carcaças para o mercado de carne fresca nacional e a nível mundial.

2. OBJETIVOS :

2.1. OBJETIVO GERAL:

- Avaliar a eficácia da sonda de tipificação (Hennessy GP4), como indicativo dos aspectos de qualidade em carcaças suínas; Estudando o comportamento das correlações obtidas entre o equipamento óptico e as análises laboratoriais relativas à qualidade, durante vários períodos *post mortem* e os vários pontos de inserção realizados na carcaça.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar a influência da porcentagem de gordura intramuscular, porcentagem de pigmentos totais e capacidade de retenção de água (CRA) no perfil de reflectância do pernil (músculos *semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas).
- Avaliar a influência da porcentagem de gordura intramuscular, porcentagem de pigmentos totais e capacidade de retenção de água (CRA) nos valores de cor (L, a, b) e pH obtidos com o Hennessy GP 4 na região do pernil (*semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas).

- Avaliar o comportamento das possíveis correlações entre as mensurações de reflectância (Hennessy GP4) e os valores de pH, cor (L*, a*, b*) e temperatura, obtidos nos mesmos pontos de inserção.
- Pesquisar qual o período *post mortem* mais viável, na indicação de características qualitativas da carcaça.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

3.1 ASPECTOS GERAIS

De um modo geral as carcaças suínas são as mais utilizadas na aplicação de sistemas objetivos de tipificação em relação a outras espécies, provavelmente porque a maior parte da gordura corporal encontrar-se na região subcutânea e de uma forma mais uniforme em relação a outras espécies. (KIRTON, A.H., 1989).

Muitos autores (FORTIN & RAYMOND, 1987; KAUFFMAN, 1993; GARRIDO et al. 1994), têm avaliado o potencial das sondas de tipificação eletrônicas em carcaças na tentativa de predizer a qualidade final da carne. Os mesmos observaram que em relação às medidas de cor, realizadas nas primeiras horas *post mortem*, os dados obtidos não apresentaram a precisão necessária para estimar a qualidade da carne em carcaças individuais. Segundo KAUFFMAN (1993) as medidas obtidas no início do período *post mortem* não refletem adequadamente a qualidade final da carne devido à pelo menos duas razões:

- As condições do tecido biológico, que apresentam anomalias, possivelmente não podem ser expressas em uma extensão que seja precisamente detectada através dos métodos utilizados.
- A pequena relação existente entre a capacidade de retenção de água (CRA) e

a cor é um fator complicador. Isto indica que nas primeiras horas *post mortem*, algumas propriedades da carne não foram completamente expressas bioquímica ou fisicamente.

Aliado a este fato, numerosas variações de qualidade situam-se entre os extremos das condições DFD e PSE, alguns dos quais são fenômenos bioquímicos que podem ser afetados por uma rápida redução de temperatura, podendo mudar totalmente ou parcialmente as propriedades da carne. SWATLAND (1989) ressalta que esforços mais produtivos devem ser focalizados na investigação do metabolismo muscular nas primeiras horas *post mortem* para definir mais claramente o fenômeno biológico que explique, porque tais variações ocorrem. Maior atenção também deve ser dada na tentativa de explicar como o mecanismo empregado para o equipamento de tipificação, está relacionado com as mudanças físicas e biológicas da musculatura.

Diante desse fato, HONIKEL (1987) forneceu sugestões úteis e práticas sobre as medidas de capacidade de retenção de água (C.R.A). Como resultado destes estudos, novas perspectivas surgiram, demonstrando a necessidade de pesquisas para se entender a relação entre as leituras de diferentes equipamentos de tipificação que são subordinados a processos biológicos totalmente similares ou que estejam de alguma maneira relacionados.

Variações na qualidade da carne suína foram observadas por mais de 50 anos. Em estudo realizado por KAUFFMANN (1993), os dados obtidos indicaram que cerca de um quarto das carcaças comercializadas no EUA, apresentam as anomalias PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) ou DFD (carne escura, firme e seca).

Por razões práticas é altamente desejável que características relacionadas com a qualidade da carne suína, como por exemplo: cor, capacidade de retenção de água, textura, gordura intramuscular etc., sejam detectadas o mais rápido

possível nas carcaças, para que o seu processamento seja otimizado dentro dos padrões de qualidade.

Por muitos anos, a avaliação da carcaça suína fundamentou-se nas medidas da profundidade de músculo e espessura da camada de gordura, como estimativa do conteúdo de carne magra, enquanto que a qualidade da carne não foi considerada. A incorporação desta em um sistema de tipificação depende das técnicas empregadas no sistema e da possibilidade de diagnosticar a qualidade da carne antes das operações de corte e desossa.(SILVEIRA & RODRIGUES., 1993).

O conceito de qualidade da carne pode incluir textura, sabor, conteúdo de gordura e valor nutricional porém as características de qualidade mais importantes, segundo SWATLAND (1989) são aquelas dependentes do pH (cor, textura e exsudação). Estas características dependem estritamente dos processos bioquímicos que ocorrem durante as primeiras horas *post mortem*, se a glicólise for muito rápida, ocorrerão mudanças na estrutura, cor e retenção de água da carne, originando a anomalia denominada PSE (carne pálida, flácida e exsudativa), que é considerada como um dos mais sérios problemas de qualidade da carne suína. (SILVEIRA & RODRIGUES, 1993).

As mudanças nas características da carne que resultarão na qualidade da carne são estabelecidas no dia posterior ao abate. Assim, a principal dificuldade é encontrar uma técnica que, no momento da tipificação, forneça uma estimativa da qualidade.

É necessário, portanto, saber qual é a proporção de carcaças que, no dia posterior ao abate (24 horas *post mortem*), desenvolverão a anomalia PSE ou DFD e que tenham desenvolvido mudanças mensuráveis na estrutura da carne, registradas rapidamente e com precisão. (SILVEIRA & RODRIGUES, 1993).

Existe a possibilidade, segundo SWATLAND (1994), da utilização de sondas

ópticas para predizer características como: reflexão luminosa, perda de fluídos , porcentagem de mioglobina, coloração e dureza da gordura, porcentagem de gordura intramuscular e porcentagem de tecido conjuntivo. Porém a variação biológica dentro das carcaças é o maior problema a ser resolvido.

Na (Figura 2), pode-se observar dois diferentes perfis de reflectância interna em carcaças suínas normais e PSE, produzidos pelo sistema Hennessy GP4 de tipificação de carcaças. Pode-se observar que na carcaça PSE o perfil de reflectância foi muito mais acentuado, demonstrando que este sistema de tipificação, também pode ser correlacionado com características de qualidade.

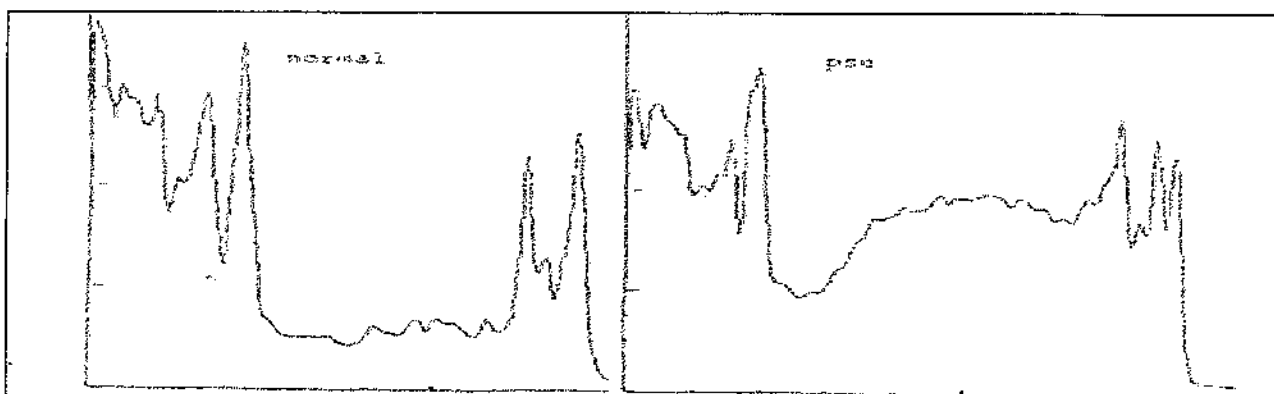


Figura 2: Perfil de reflectância no período de 45 minutos *post mortem* em músculos Normal e PSE , obtidos com o Sistema Hennessy de classificação.(de Boer,T. et al, 1992)

Sondas ópticas para a avaliação de aspectos qualitativos somente são viáveis comercialmente quando ocorre algum tipo de integração vertical do produtor para a indústria, desta maneira o retorno de informações sobre a qualidade da carne, pode ser utilizada tanto para a otimização do processamento como para a orientação ao criador de suínos em relação ao melhoramento genético. O maior problema é a falta de comercio para as sondas ópticas, enfocando aspectos de qualidade. (SWATLAND, 1994).

Isto causa um problema circular, os produtores de sondas não estão interessados em aperfeiçoar seus equipamentos, até que as vendas estejam

garantidas, por outro lado a indústria da carne não se interessa até que os fabricantes demonstrem que seus equipamentos são resistentes, práticos e eficientes. (SWATLAND, 1994).

Outro aspecto a ser considerado é a dificuldade de avaliação da relação custo benefício dos frigoríficos, devido ao crescente número de equipamentos utilizados para a tipificação de carcaças. Sondas ópticas são rotineiramente utilizadas em vários países, e não há razão para que aspectos relativos à qualidade não sejam aproveitados ao mesmo tempo com um custo extra muito pequeno, segundo (SWATLAND, 1994).

Entretanto outros métodos de tipificação de carcaças estão sendo desenvolvidos, como ultra-som e vídeo imagem. Caso estes novos métodos, tenham sucesso, existe a possibilidade teórica de se construir uma infra-estrutura similar a existente na tecnologia de sondas ópticas (SWATLAND, 1994).

Os métodos ópticos devem ser analisados criteriosamente em comparação com outras tecnologias na tentativa de prever a qualidade da carne, pois em seus estudos, o autor não foi capaz de demonstrar que métodos baseados em princípios eletromecânicos ou elétricos apresentassem melhor eficiência que as sondas ópticas na determinação de característica de qualidade da carne ligadas ao pH (SWATLAND, 1994).

Os equipamentos de tipificação também podem ser utilizados conjuntamente na tentativa de uma melhor fidedignidade das mensurações obtidas. O sistema Meat Quality Marbling (MQM), pode ser acoplado ao sistema FOM (fibra óptica), uma opção utilizada na Dinamarca na tentativa de prever as características de qualidade da carne e tipificação ao mesmo tempo (PEDERSEN, 1988).

Mac DOUGAL et al.(1997), avaliando a utilização de uma sonda de fibra óptica na determinação da condição PSE em 1000 carcaças suínas, obtiveram bons resultados, demonstrando a possibilidade da utilização de sondas ópticas

como indicadores de qualidade da carne suína.

Diante do exposto, a opinião da comunidade científica sobre sistemas de tipificação de carcaças associados às características de qualidade da carne suína são de certo modo conflitantes, portanto deve-se considerar alguns fatores dentro de um programa objetivo de controle de qualidade da carne suína, como a precisão e a praticidade que este equipamento pode fornecer (SOMERS, 1985).

Essas diferenças podem ocorrer devido a alguns fatores sugeridos abaixo por EIKELENBOM et al., (1988).

- Diferenças no desempenho do equipamento utilizado
- Diferenças na velocidade do desenvolvimento das características *post mortem*, nos diversos estudos.
- Diferenças na velocidade do desenvolvimento da cor da carne entre as populações suínas estudadas.

Buscando possíveis associações entre medidas quantitativas e qualitativas, GARRIDO et al. (1992) trabalharam com 255 carcaças suínas utilizando uma sonda óptica do tipo (FOM) no período de 45min *post mortem*. Os autores não observaram nenhuma correlação significativa entre os dados de espessura de toucinho e quantidade de gordura intramuscular nas mesmas carcaças, valores de capacidade de retenção de água e umidade também não apresentaram qualquer associação com os dados de espessura de toucinho e porcentagem de carne magra quando mensurados em animais de duas raças distintas: **A** (F1 (Landrace X Large White) X Dalling) e **B** (Dalling), demonstrando que aspectos relacionados à conformação da carcaça não proporcionaram as mesmas relações obtidas entre o perfil de reflectância e os aspectos qualitativos da carne suína estudada.

Na tentativa de estabelecer relações entre o perfil de reflectância e diversas

regiões musculares da carcaça suína, KAUFFMAN et al. (1991) estudaram o efeito da variação de luminosidade L^* e perda de líquido por exsudação em 10 músculos diferentes, relatando que as duas características qualitativas citadas anteriormente apresentaram variações entre músculos distintos e que o músculo *longissimus thoracis* está associado com a capacidade de retenção de água e luminosidade L^* de várias regiões musculares da carcaça suína inclusive de músculos do pernil.

Existem vários equipamentos de tipificação de carcaças com princípios de funcionamento diferentes que podem de alguma maneira serem associados a características de qualidade da carne suína, cada um com suas vantagens e desvantagens (CROSS & BELK, 1994). Segundo esses autores, a utilização de sondas ópticas como Hennessy, Fat-O-meater, Destron, são utilizadas em vários países para a determinação da porcentagem de carne magra, porém uma desvantagem desses equipamentos é a necessidade de um operador, o que pode proporcionar erro nas leituras. Uma forma de minimizar o problema seria a utilização de sondas ópticas operadas por robôs como é feito nos frigoríficos da Dinamarca.

Na **Figura 3**, pode-se observar a evolução cronológica das sondas ópticas de tipificação, utilizadas na determinação de aspectos quantitativos em carcaças suínas (SWATALAND et al. 1994).

- 1. Sistema Manual :** Consistia em fazer um corte transversal ao músculo *longissimus* e a mensuração manual da espessura de gordura.
- 2. Sonda de Vidro e Prata:** Consistia de uma sonda de vidro e prata, onde a luz inserida na janela (d) era refletida na janela (f), desta forma através de uma escala inserida na própria sonda era possível determinar a espessura da camada de gordura.

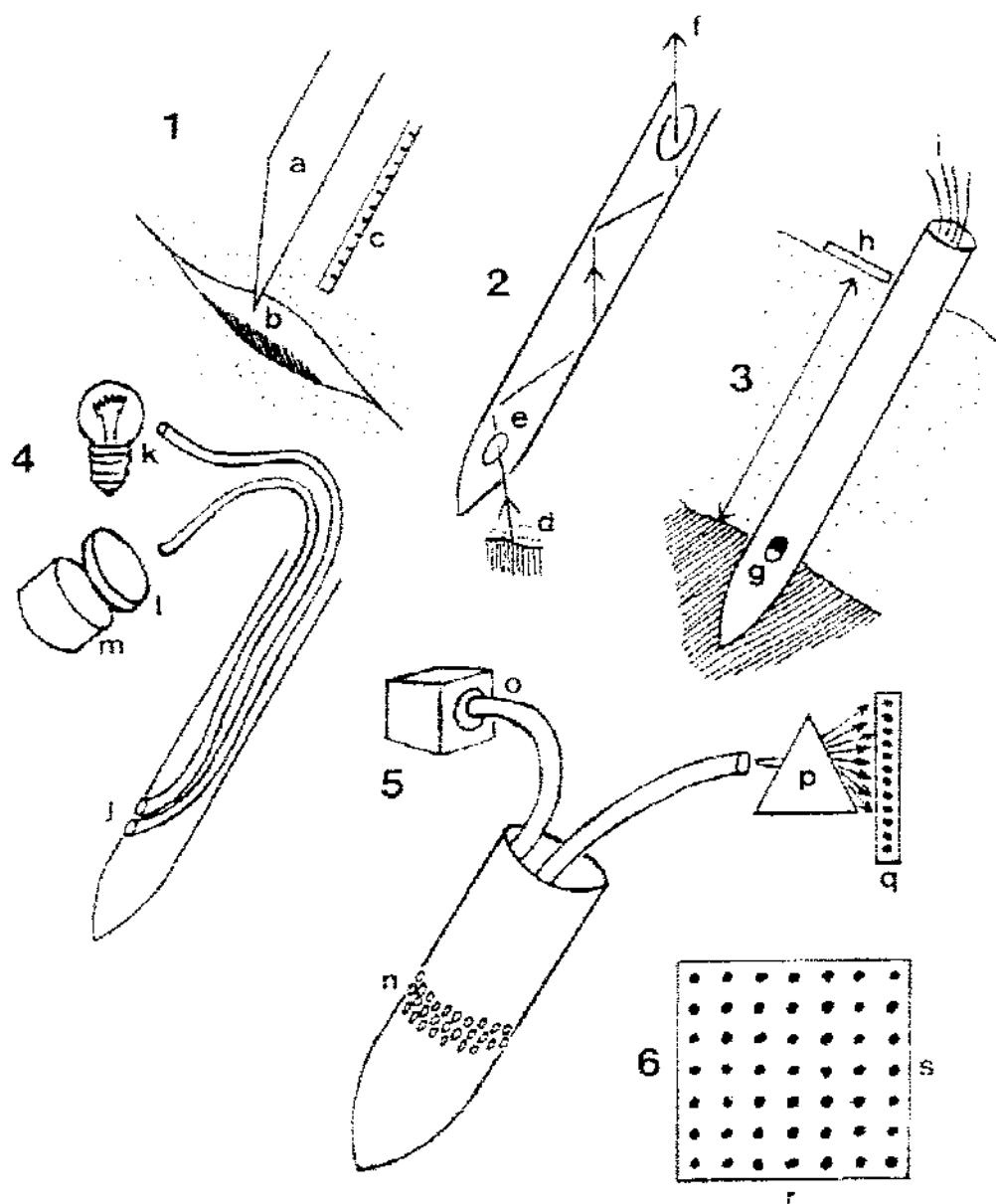


Figura:03 Evolução cronológica das sondas ópticas utilizadas para a tipificação de carcaças.

3. **Sistema de dois diodos:** Este sistema utiliza dois diodos, um para a emissão luminosa e outro para a captação.
4. **Sistema de Fibras Ópticas:** Este sistema utiliza duas fibras ópticas, uma para emitir a luz e outra para conduzir a luz refletida ao fotômetro. Nesta etapa da evolução foram empregadas as fibras ópticas utilizadas na espectrofotometria da luz visível e próximas ao infravermelho. O Sistema Hennessy GP4 faz parte desta fase de evolução.
5. **Sistema de Sondas Colorimétricas** Sistema constituído de um anel de fibras ópticas na superfície da sonda. A luz é conduzida através de pulsos de "Xenon flash" e a luz refletida da carne é conduzida a um fotodiodo.
6. **Sistema Comprimento de Onda e Posição:** Esta sonda é baseada na possibilidade da utilização de dois fotodiodos dimensionais para mensurar a luz proveniente de duas fibras ópticas individuais, de maneira que sejam consideradas a posição da fibra óptica na sonda e o espectro luminoso.

Fazendo uma breve comparação entre os métodos de tipificação de carcaças baseados em princípios não invasivos como ultra-som e varredura eletromagnética com sondas ópticas eletrônicas para a determinação da porcentagem de carne magra em carcaças suínas, FORREST et al., (1989), observou que as sondas ópticas apresentaram coeficientes de determinação bem próximos aos métodos não invasivos, demonstrando que em termos de precisão os métodos são basicamente equivalentes.

Equipamentos como ultra-som, ressonância magnética, raio-X e tomografia computadorizada, na maioria das vezes possuem uma relação custo benefício muito inferior quando comparados aos equipamentos baseados em sondas ópticas (JENSEN et al. 1992).

Sistemas de tipificação baseados no princípio de vídeo imagem apresentam um custo de implantação muito baixo e boa relação custo benefício quando comparado com outros métodos não invasivos, entretanto esses sistemas têm sido indicados somente para raças e híbridos suínos com extrema musculosidade (JENSEN et al. 1992).

BRANSCHIED et al. (1996), avaliando a eficácia da utilização do sistema de vídeo imagem na determinação do rendimento de cortes cárneos suínos, obtiveram bons resultado ($r = 0,93$, $n=109$), porém poucos estudos associando este sistema de tipificação a carcaças suínas em uma linha de abate são encontrados na literatura.

3.2 RELAÇÃO ENTRE REFLECTÂNCIA / LUMINOSIDADE E ASPECTOS QUALITATIVOS

A dispersão da luz através do músculo é influenciada por dois fatores básicos que se interagem, o estado fisiológico intrínseco do animal antes do abate e o regime de abate e resfriamento (Mac DOUGAL, 1996).

De acordo com esse autor, imediatamente após o abate, o músculo apresenta uma coloração escura devido à sua translucidez. A velocidade de glicólise *post mortem*, controla a velocidade de queda do pH e a produção de ácido láctico que associados a temperatura controlam a velocidade de desnaturação protéica.

Uma produção ultra-rápida de Ac. láctico, como a encontrada em raças suínas susceptíveis ao estresse, podem resultar no dobro da capacidade de dispersão luminosa, alternativamente à degradação do glicogênio antes do abate, pode proporcionar uma carne mais translúcida (Mac DOUGAL, 1996).

É conhecido que a cor da carne é controlada pela concentração de pigmentos, mais especificamente a mioglobina, e pelas características de espalhamento da luz dadas pelas proteínas musculares, que são desnaturadas pelo acúmulo glicolítico de lactato *post mortem*, resultando em baixos valores de pH (McDOUGALL, 1981). A extensão da desnaturação protéica difere na carne normal e PSE, podendo esta ser expressa através da medida de solubilidade das proteínas (miofibrilares e sarcoplasmáticas) ou pela avaliação da CRA.

Esses métodos auxiliam na classificação da carne, embora apresentem a desvantagem de serem essencialmente destrutivos e não fornecerem resultados imediatos. Essas variações na qualidade da carne ocorrem devido ao estado funcional das miofibrilas, que se encontram na célula muscular, e que são o principal elemento de retenção de água e luz refletida na carne. A configuração espacial das miofibrilas é particularmente sensível ao pH muscular *post mortem*.

A contração do retículo sarcoplasmático, causando o aumento da reflectância luminosa e a exsudação de fluido parece, ser o mecanismo chave no desenvolvimento da condição PSE, por outro lado a expansão do retículo e a elevação dos valores de pH provocam uma retenção de fluidos e diminuição da reflectância, caracterizando a condição DFD. Dessa forma, a relação entre a reflectância interna do músculo dada por sondas ópticas e a solubilidade das proteínas obtida pela espectrofotometria convencional parece estar subordinada à processos biológicos similares ou relacionados de alguma maneira.

FORTIN & RAYMOND, (1987), relataram que a correlação da reflectância interna do músculo com a palidez foi geralmente maior do que a correlação com a estrutura (comprimento de sarcômero), porém a correlação com a estrutura também foi alta ($r=0,75$, $n=90$), indicando assim uma associação próxima entre a palidez e a estrutura muscular. Essa relação apresentou-se essencialmente curvilínea o que é compatível com o que foi relatado por outros autores que investigaram o declínio da capacidade de retenção de água (CRA), pH *post*

mortem, desenvolvimento da palidez (SWATLAND,1986a) e a rigidez (SWATLAND, 1986b) de vários músculos suínos.

SWATLAND (1989) afirmou que o espectro de reflectância obtida via fibra óptica é compatível com o espectro de reflectância obtido por espectrofotômetros convencionais, desde que os métodos de padronização e a geometria óptica sejam levados em conta.

Os seguintes limites de reflectância, obtidos no período de 45min *post mortem* através de sondas ópticas (FOP) no músculo *longissimus dorsi* podem ser utilizados com indicadores de qualidade segundo SEIDLER citado por JOACHIM (1996), valores superiores a 46 = PSE, valores inferiores 23 = não PSE e valores entre 46 e 23 foram considerados como questionáveis. Entretanto o mesmo admitiu que o período de 45 min *post mortem* seja insuficiente para determinar a condição PSE com exatidão .

Quando associou os valores de reflectância com os de pH o mesmo autor obteve a seguinte classificação:

pH 45min < 5,6 e reflectância > 40 $\Rightarrow$ PSE

pH 45min 5,6 a 5,8 e reflectância de 34 a 40 $\Rightarrow$ questionáveis

pH 45 min > 5,8 e reflectância < 34 $\Rightarrow$ normal

ALLAN (1996) obteve bons resultados quando correlacionou os valores de reflectância obtidos pelo sistema Hennessy GP4, no período de 3,5 horas *post mortem* na região do pernil ($r = 0,89$, $n=42$), com a perda de água por exsudação (drip loss) 24 horas *post mortem*. O mesmo concluiu que os tempos de 45 min e 24 horas *post mortem* são inadequados na tentativa de predizer a qualidade da carne e que o melhor período *post mortem* situa-se numa faixa entre 45min a 3,5 horas *post mortem*. Discordando de certa forma dos estudos realizados por BARTON-GADE (1989,1984 e 1993), em relação à baixa associação encontrada

em seu estudo entre a capacidade de retenção de água e as mensurações realizadas com sondas ópticas no período de 24 horas *post mortem*.

Músculos diferentes possuem características diferentes de perda por exsudação e reflectância, pois no estudo de ALLAN (1996), o valor de perda por exsudação do lombo foi muito superior ao do pernil e sua correlação com os dados de reflectância no período de 3,5 horas *post mortem* foram inferiores aos obtidos na região do pernil ($r=0,55$, $n=42$), contrariando de certa forma os resultados de outros autores como GARRIDO et. al.; WARRIS & BROWN ; van LAACK et al. todos citados por ALLAN (1996), onde os músculos da região do carrê proporcionaram melhores correlações com os dados de reflectância obtidos por sondas ópticas. O autor buscou uma explicação baseando-se na diferente quantidade de fibras vermelhas e brancas existentes na região do lombo e pernil, na tentativa de explicar os valores de perda por exsudação obtidos em seu estudo.

Bons resultados foram obtidos na identificação objetiva da carne PSE por OLIVER et al. (1991). Os autores estudaram o efeito da associação entre as mensurações de condutividade elétrica e reflectância em vários períodos *post mortem* (45 min , 2 h e 24h). Também observaram que valores de reflectância obtidos aos 45min *post mortem* (FOP 45) apresentaram um coeficiente de correlação ($r=0,49$, $n=153$) com a capacidade de retenção de água, sendo que neste período nem valores de cor ou condutividade elétrica colaboraram no aumento da correlação, entretanto no período de 2 h *post mortem* a adição das mensurações de condutividade elétrica como variável independente, aumentou a correlação para ($r=0,58$, $n=153$), porém a combinação dos valores de cor (L, a, b), reflectância luminosa e condutividade elétrica, não melhoraram esta correlação no período de 24h *post mortem*. Os autores sugeriram que os valores de reflectância (FOP) e condutividade elétrica (QM) podem ser utilizados na tentativa de predizer as condições PSE e normal da carne suína em diferentes tempos *post mortem*, podendo substituir o valor tradicional de pH como indicativo de

qualidade, contrariando os estudos de KAUFFMAN et al.(1993), WAL (1986), WAL et al.(1995) e FORTIN & RAYMOND (1987).

FORTIN (1987), seguindo a mesma linha de pesquisa, analisou carcaças suínas com diferentes equipamentos ópticos (Hennessy Grading Probe GPII, Fat-O-Meater e Destron Pork Grader PG-100) em diferentes tempos *post mortem* (30, 45, 60 min e 24 h), obtendo uma fraca relação entre a reflectância interna média, obtida objetivamente e a qualidade da carne obtida subjetivamente nos períodos *post mortem* iniciais. Entretanto uma forte correlação foi obtida no período de 24h *post mortem*, discordando dos resultados obtidos por Allan (1996) e confirmando os resultados obtidos por BARTON-GADE (1984,1989 e 1993). Resultados semelhantes foram encontrados na Holanda utilizando-se o sistema GP-II (WAL 1986, WAL et al. 1995).

HANSON & LUNDSTRÖM, citados por SILVEIRA & RODRIGUES (1993) relataram os seguintes resultados e experiências provenientes das investigações realizadas na Suécia com o sistema *Hennessy* GP-II de tipificação de carcaças.

- A utilização de um programa de informática específico estima de uma forma mais acurada a reflexão interna obtida por sondas ópticas na região do pernil, minimizando possíveis erros no perfil de reflectância luminosa da região anatômica estudada, causados pela porcentagem de gordura intramuscular, espaço polipliteal, tecido conjuntivo e disposição de nervos e tendões, que tendem a aumentar o valor de reflectância luminosa e levar a uma falsa idéia da condição PSE em carcaças suínas.
- Carcaças que apresentam a condição PSE no momento da tipificação fornecem um alto valor de reflexão interna, que pode ser identificada pelo equipamento.
- Na maioria das carcaças, os picos originários de traços de gordura

intramuscular são muito pequenos para influenciar os valores de reflexão; entretanto se músculos muito gordurosos são medidos, é necessário utilizar um programa de informática adequado objetivando minimizar a influência da gordura sobre os valores de reflexão.

- A incidência da condição PSE diferiu consideravelmente entre abatedouros e entre dias dentro do mesmo abatedouro. Cerca de 50% das carcaças que apresentaram a condição PSE 24 horas *post mortem* foram identificadas através dos altos valores de reflexão interna, obtidos no momento da tipificação (50-60 minutos *post mortem*).
- O desenvolvimento da condição PSE após 60 minutos *post mortem*, verificado em algumas carcaças, dificultou a inclusão deste parâmetro em um sistema de pagamento de carcaças.

Na tentativa de avaliar a eficiência de vários métodos indicativos de qualidade da carne suína, KARLSSON (1992), utilizou a análise de componentes principais para avaliar valores de : pH, reflectância luminosa interna, estabilidade protéica e conteúdo de pigmentos. As mensurações foram realizadas aos 45min e 20h *post mortem* e comparadas com valores subjetivos, obtidos em análise sensorial.

Através dos resultados de 150 suínos com alta frequência para PSE, o mesmo autor, chegou a conclusão de que o valor de reflectância luminosa obtido por sonda óptica no período de 20h *post mortem*, foi o melhor tempo para a avaliação da condição PSE nos animais estudados. Resultados similares foram obtidos por ANDERSEN; BARTON-GADE & OLSEN; HANSSON et al. todos citados por KARLSSON (1992). Portanto o autor concluiu que a reflectância luminosa interna medida aos 45min *post mortem*, não é um valor suficientemente confiável para prever a qualidade final da carne suína, embora seja possível

detectar 50% das carcaças PSE neste tempo e que valores de reflectância interna não devem ser considerados isoladamente para a avaliação da condição DFD em carcaças suínas.

BARTON-GRADE & OLSEN (1984) encontraram alta correlação entre os valores de reflexão luminosa interna e os da capacidade de retenção de água (CRA), no período de 24 horas *post mortem* utilizando uma sonda óptica, contrariando de certa forma os resultados obtidos por ALLAN (1996).

Com o objetivo de correlacionar vários equipamentos de mensuração objetiva da qualidade da carne suína, WARRIS (1982) obteve bons coeficientes de correlação, para medidas de FOP1 (Fibra óptica) e PQM1 (Quality Meter) aos 45min *post mortem*, segundo o mesmo, tanto medidas de reflexão óptica como de condutividade elétrica, estão associados com a capacidade de retenção de água, uma característica muito importante principalmente na condição PSE. Confirmando os dados obtidos por PEDERSEN (1988).

SOMERS et al., (1985), em um estudo objetivo da qualidade da carne suína, baseados em valores de reflectância, (FOP), pH e perda de líquido por exsudação em vários pontos da carcaça suína, concluiu que a sonda de fibra óptica (FOP), proporcionou uma certa vantagem na indicação das características de qualidade da carne suína em relação aos valores de pH. No mesmo estudo, a perda de peso por exsudação, diretamente relacionada com a capacidade de retenção de água, apresentou uma correlação de ($r=0,7$, $n=53$), em relação aos valores de reflectância obtidos no período de 24h *post mortem*, confirmando os estudos de outros autores (WARRIS & BROWN 1987; van der Wal et al., 1997).

Segundo EIKELENBOM et al. (1988) uma característica que também pode ser correlacionada, aos valores de reflectância e condição PSE, é a medida de comprimento do sarcômero. Esta observação pode explicar em partes a textura esponjosa característica da condição PSE em suínos e o aumento da reflexão

luminosa causado pela variação no índice de refração da luz. O mesmo autor, também concluiu que a relação entre mensurações objetivas e características finais de qualidade (cor e capacidade de retenção de água), são diretamente influenciadas pelo fenótipo halotano, embora ocorra uma certa variação na opinião de alguns autores. Porém resultados semelhantes não foram obtidos quando valores de reflexão luminosa obtidos por sondas ópticas e comprimento do sarcômero foram associados (FORTIN & RAYMOND 1987).

O ângulo de inserção da sonda óptica no músculo parece ser de grande importância, foi o que demonstrou WARNER et al. (1992), quando trabalhou com duas direções de inserção (crânial e dorsal) de uma sonda óptica no músculo *longissimus thoracis* em 51 carcaças suínas no período de 24 horas *post mortem*. Trabalhando com uma sonda de comprimento de onda variando entre (400 a 700 nm) em intervalos de 10 nm os autores obtiveram coeficientes de determinação (R^2) da ordem de 0,58 e 0,28 ($P < 0,001$) para o pH 24 horas *post mortem*, 0,38 e 0,18 ($P < 0,001$ e $P < 0,01$) para a perda por exsudação 72 horas *post mortem* e 0,66 e 0,40 ($P < 0,001$) para os valores de luminosidade L^* 24 horas *post mortem*, quando utilizaram a inserção crânial e dorsal respectivamente.

Ficou evidente segundo os mesmos que, a utilização de uma sonda óptica para estimar aspectos qualitativos depende dentre outros fatores do ângulo de inserção da sonda no músculo. No estudo de WARNER et al. (1992), quando a sonda era inserida dorsalmente ocorria um aumento no valor de luminosidade medido em relação a inserção crânial no mesmo músculo. Segundo os autores, o ângulo de iluminação no interior das fibras musculares nas inserções dorsal e crânial diferem devido as fibras ópticas apresentarem um ângulo de 45° em relação a coluna vertebral.

Diversos trabalhos científicos encontrados na literatura utilizam equipamentos ópticos como indicadores de qualidade, mesmo quando as sondas ópticas não são objetivo principal do estudo, foi o que relatou OLIVER et al.

(1993) estudando o efeito da raça e sensibilidade ao gene halotano sob as características de qualidade da carne suína. Na mesma pesquisa os autores obtiveram um significativo efeito do gene halotano sobre características mensuradas aos 45 minutos *post mortem*. Valores obtidos por sonda óptica (FOP), foram significativamente maiores nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) em animais halotano positivos em relação aos halotano negativo no período de 45 min. *post mortem*.

O efeito da raça suína também exerceu influência significativa sob as mensurações de reflexão luminosa (FOP) e condutividade elétrica "Quality Meter"(QM), em ambos os músculos *L.dorsi* e *Semimembranosus*, no período de 2 horas *post mortem*, o que não ocorreu no período de 45min. A influência do gene halotano e raça sob os aspectos de qualidade mensurados por equipamento óptico também foi observada no período de 24 horas *post mortem*, demonstrando que as sondas ópticas podem funcionar como indicadores de qualidade quando animais susceptíveis ao estresse são analisados.

Outros autores como van der Wal, P.G. (1991,1993) e CHEAH et al.(1995) também estudaram os efeitos da influência da raça sob as mensurações de sondas ópticas, na tentativa de uma melhor compreensão.

Obtendo valores de reflectância luminosa com o sistema óptico de tipificação "MQM", BARTON-GADE. & BEJERHOLM (1989), observaram que o período entre 1,5 a 2h *post mortem* foi satisfatório para indicar a capacidade de retenção de água e a porcentagem de gordura intramuscular no músculo *longissimus dorsi* de carcaças suínas quando mensuradas a 940nm. As autoras também concluíram que o período de 45min *post mortem* não forneceu resultados satisfatórios e que o melhor período obtido foi de 1,5 a 2 h *post mortem*. Uma alternativa prática, segundo as mesmas, seria a realização das mensurações após o túnel de resfriamento, o que de certa maneira vai depender da possibilidade de adaptação na linha de abate de cada frigorífico, resultados similares foram obtidos por

ALLAN (1996).

Os valores de luminosidade expressos em valor L^* obtidos por colorimetria, são freqüentemente utilizados como indicativos de qualidade. Esses valores possuem uma relação com os valores de reflectância interna obtidos através sondas ópticas (JOACHIM et al.1996).

O mesmo autor, obteve uma relação muito próxima quando associou valores L^* obtidos através dos sistema CIELAB com valores de pH em vários períodos *post mortem* no músculo *longissimus dorsi*, sendo que o período de 1,5h *post mortem* foi o mais indicado para a identificação de carcaças PSE .

Valores limites de luminosidade de 50 para o pernil e 55 para o lombo foram estipulados para a identificação de carcaças PSE no período de 24h *post mortem*, confirmando os dados obtidos por GARRIDO et al. (1996).

Estudando as relações entre parâmetros de qualidade e animais sensíveis ao gene halotano DESMET et al., citado por JOACHIM et al.(1996), obtiveram os seguintes valores de luminosidade L^* : 56,3 +/- 3,9 para H(-) e 59,7+/- 4,2 para animais H(+), demonstrando a existência de uma clara relação entre o valor L^* ,obtido através de colorimetria, e a susceptibilidade ao estresse.

Trabalhando com 256 carcaças suínas com substanciais diferenças de qualidade van LAACK et al. (1994) estudou o efeito da luminosidade L^* , como indicador da capacidade de retenção de água em carcaças suínas. Comparando os valores L^* com os de capacidade de retenção de água (CRA) dos músculos *longissimus thoracis* e *lumborum* (24h *post mortem*), os autores observaram que os valores de (CRA) e valores L^* são determinados por fenômenos biológicos distintos no período *pré-rigor*, fortalecendo o argumento de que o valor de luminosidade L^* , não é necessariamente um bom indicador da (CRA), embora exista alguma associação. No mesmo trabalho os autores observaram uma forte correlação ($P < 0,01$) entre valores obtidos por equipamentos diferentes como:

CIELAB, Minolta, CTM e sondas de fibra ópticas, porém quando associaram estes valores aos de (CRA), obtiveram um coeficiente de determinação de 37%, demonstrando que 1/3 da variação dos valores de (CRA) poderiam ser explicados por valores de luminosidade L^* . Outros aspectos foram estudados como: conteúdo de ferro, hematina, comprimento de sarcômero e grau de desnaturação de proteínas (porcentagem de transmissão luminosa), na tentativa de explicar porque os valores de (CRA) e L^* apresentaram pequena relação, porém todos falharam.

De acordo com van LAACK et al. (1994), existe a necessidade de buscar-se métodos mais eficientes para a mensuração da solubilidade das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares na tentativa de mensura-se a (CRA), buscando uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a retenção de água nos músculos. Os mesmos observaram também que características como: palidez, maciez e exsudação, necessitam ser analisadas separadamente.

3.2.1 ASPECTOS RELACIONADOS AS PROPRIEDADES DA FONTE LUMINOSA

Segundo, SWATLAND et al.(1992) as propriedades ópticas podem ser utilizadas tanto para a classificação de carcaças como para a mensuração de importantes qualidade comerciais. A luz visível pode ser utilizada para mensurar a condição PSE em suínos, carnes escuras em bovinos (DFD), cor da gordura e concentração de mioglobina. Comprimentos de onda próximos ao infravermelho podem ser utilizados como indicadores do conteúdo de lipídios, pH e funcionalidade das proteínas para a indústria de processamento.

SWATLAND & BARBUT, citados por SWATLAND et al. (1992), seguindo a mesma linha de pesquisa observaram que o ultravioleta fluorescente também pode ser utilizado para a mensuração de tecido conectivo. Os autores complementam que inovações técnicas como os diodos a laser, fibras ópticas e

da carne suína. Numerosos equipamentos tem sido utilizados para a mensuração de aspectos de qualidade da carne suína, porém pouca atenção tem sido dada ao comprimento de onda que estes equipamentos funcionam.

SWATLAND et al. (1990), confirmaram a importância do comprimento de onda mensurado. Os mesmos realizaram mensurações de reflectância interna com fibra óptica (400 a 1000 nm), na tentativa de prever o conteúdo de gordura e o valor de pH em carne suína cominuída para o processamento. Valores de ($r=0,99$, $p < 0,005$) foram obtidos para o conteúdo de lipídios e perdas com cozimento em relação aos dados de reflectância interna quando mensurados a 1000 nm. Bons resultados também foram observados ($r= 0,77$, $p< 0,005$) a 930 nm para perdas de líquido por centrifugação. Amostras com diferentes valores de pH e porcentagem de gordura padronizada também demonstraram associação com as medidas de reflectância ($r= -0,80$, $p< 0,01$) a 780 nm. Baseados nestes resultados os autores concluíram que mensurações de reflectância interna próximas de 1000 nm, podem ser eficazes na determinação de características qualitativas de carnes suína utilizadas para o processamento, sendo que a utilização de sondas ópticas podem ser utilizadas no controle da qualidade das carnes processadas em uma planta.

Além de fatores relacionados ao comprimento de onda, a forma e o tipo de sonda óptica utilizada nas mensurações de carcaças, também estão associados aos aspectos de qualidade segundo SWATLAND (1990), onde o mesmo trabalhou com vários tipos de sondas (quartzo-vidro, feixe de fibras ópticas, fibra óptica isolada), na tentativa de determinar o conteúdo de tecido conjuntivo em carcaças bovinas.

Buscando maiores informações entre o desenvolvimento de sondas ópticas e aspectos de qualidade ligados ao pH e marmoreio em carcaças bovinas e suínas, SWATLAND (1993) observou que basicamente dois tipos de sondas ópticas foram desenvolvidas para uso comercial em frigoríficos:

- Sondas de diodo, para a mensuração da camada de gordura em suínos
- Sondas de fibra óptica, para a mensuração de cor e tecido conectivo.

No mesmo trabalho, o autor demonstrou que a "fronteira" entre o músculo e a gordura, pode ser detectada com fibras ópticas, demonstrando a possibilidade da construção de uma sonda óptica para a determinação da camada de gordura e aspectos de qualidade em uma única operação. O mesmo complementa que fibras ópticas podem ser mais versáteis em comparação as sondas de diodos, na determinação da "fronteira" entre o músculo e gordura, especialmente em carcaças PSE.

Bons coeficientes de correlação foram obtidos ($r = -0,92$, $p < 0,005$), quando SWATLAND et al.(1991) associou as mensurações de fluorescência e o conteúdo de tecido epitelial em carnes de aves cominuídas, utilizando sondas de quartzo-vidro em suas mensurações.

Confirmando as conclusões de SWATLAND et al. (1992), HILDRUM et al. (1993), obteve excelentes coeficientes de correlação quando associou valores obtidos por espectroscopia óptica com comprimento de onda próximo ao infravermelho com aspectos sensoriais (suculência e maciez) em carnes bovinas em diversos períodos de armazenamento demonstrando a grande influência do comprimento de onda sob a determinação das características de qualidade em carnes.

Para compreender melhor o funcionamento das mensurações ópticas feitas em carnes, existe a necessidade de avaliar alguns aspectos relacionados ao comprimento de onda como: a) o tipo de fonte emissora, b) o caminho da luz percorrido através da carne, c) o espectro de sensibilidade do equipamento (SWATLAND et al. 1992).

A carne pode apresentar uma alta reflectância luminosa quando iluminada

perpendicularmente em relação a posição coaxial das fibras. Em carnes que foram lavadas para a remoção de cromóforos, a reflectância é quase uma função linear do comprimento de onda utilizado. A mioglobina e seus derivados são primariamente responsáveis pela absorbância seletiva em carnes vermelhas. As bandas de absorbância para a deoximioglobina (DMb), oximioglobina (MbO₂) e metamioglobina (MMb) são de 434, 416 e 410 nm respectivamente (SWATLAND et al. 1989).

A dispersão da luz em diferentes comprimentos de onda vinculada aos aspectos de reflectância e transmitância é muito comum quando avalia-se carnes através de colorímetros e espectrofotômetros, porem aspectos relacionados a dispersão da luz em diferentes ângulos com caminhos ópticos fixos não são muito familiares na literatura (SWATLAND et al. 1992).

No mesmo estudo, os autores observaram a existência de uma forte correlação entre a mensuração espacial da dispersão luminosa, realizada a 610nm, na carne suína ($r = 0,86$, $P < 0,05$) e a condição PSE no músculo *longissimus dorsi*. Nas mesmas condições, a transmitância apresentou ($r = 0,95$, $p < 0,05$), quando a dispersão luminosa foi mensurada a 633nm, demonstrando a importância de fatores como: comprimento de onda e ângulo de inserção da sonda para as mensurações de reflectância. O autor também concluiu que a utilização de emissões luminosas a 633nm podem ser viáveis na detecção da condição PSE em suínos.

SWATLAND (1997), também observou a possibilidade da utilização de medidas elétricas e ópticas simultaneamente, o mesmo relatou que os resultados podem variar em função da posição geométrica com que estas mensurações são realizadas.

Com o intuito de melhor compreender os efeitos do pH sobre a transmitância óptica em fibras musculares bovinas SWATLAND (1990), associou as

mensurações de transmitância a vários valores de pH e comprimentos de onda. O mesmo observou que as amostras que possuíam um maior valor de pH apresentaram um alto valor de transmitância, devido ao baixo valor de reflectância. O autor concluiu que o efeito do pH na transmitância variou de maior para menor a medida que se aumentou o comprimento de onda.

Durante muito tempo vários pesquisadores buscaram explicações de como a queda do pH causa a descoloração e aumento da luminosidade em carnes PSE. Até o momento não se possui uma explicação definitiva, mas com o passar do tempo três teorias foram surgindo, segundo SWATLAND (1995), que tentam explicar o fenômeno.

1. Formulada por HAM, citada por SWATLAND (1995), propunha que a queda dos valores de pH, provocavam uma contração das miofibrilas e esta contração aumentava a diferença no índice de refração luminosa do sarcoplasma proporcionando um aumento de reflexão na superfície da miofibrila.
2. Proposta por BENDALL, citado por SWATLAND (1995), baseava o aumento da reflexão luminosa na precipitação das proteínas sarcoplasmáticas, como consequência dos baixos valores de pH.
3. A elevação do índice de refração miofibrilar causado pelo baixo pH, aumenta o ângulo de refração da luz que passa pela miofibrila, resultando em um aumento da reflectância (SWATLAND ,1995).

De acordo com SWATLAND (1995), o efeito da precipitação das proteínas sarcoplasmáticas parece ser preponderante em casos da condição PSE intensa. Fazendo um balanço das três teorias (reflexão, precipitação e refração), o mesmo autor concluiu também que na maioria dos casos o efeito da precipitação das

proteínas sarcoplasmáticas é o fator mais significativo no aumento da reflexão luminosa em carcaças PSE.

Sondas ópticas da segunda geração, como a colorimétrica, também tem sido associada aos aspectos de qualidade da carne suína (Anônimo, 1991). De acordo com o mesmo, as melhores associações entre aspectos de qualidade e as mensurações ópticas podem ser obtidas dentro de uma faixa de 2 a 6 horas *post mortem*, dependendo da velocidade de resfriamento das carcaças, ou seja, valores bem próximos aos obtidos por sondas do tipo Hennessy GP4.

3.3 ASSOCIAÇÃO DOS VALORES DE PH COM CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE

Vários autores relataram a existência de uma forte correlação entre o pH 45min e a capacidade de retenção de água. Confirmando estes resultados, WARRIS (1982), estudou o efeito do pH 45min em 433 suínos de várias raças, concluindo que valores de pH 45min menores que 6.1, produziam uma alta e constante perda de líquido por exsudação durante o armazenamento da carcaça, já quando o pH encontrava-se acima deste valor, pequena perda de exsudado foi relatada no mesmo músculo estudado (*longissimus dorsi*).

Estudando as características de qualidade da carne suína nas primeiras horas *post mortem*, GARRIDO et al. (1996), obteve ($r = -0,86$, $n=36$) entre os valores de pH obtidos 45 min. *post mortem* em relação as medidas de reflectância luminosa mensuradas na região do lombo, em raças suínas alemãs com o equipamento de tipificação Fat-O-meter.

Um diagnostico da condição PSE pode ser dado em relação aos valores de pH 45min, segundo JOACHIM (1996), onde valores situados abaixo de 5,6 no músculo *longissimus dorsi*, seriam considerados como PSE e valores acima de 5,8 como não PSE, ocorrendo a formação de uma faixa de valores intermediários de 5,6 a 5,8 que seriam considerados como animais duvidosos.

Vários aspectos podem influenciar os valores de pH obtidos em uma carcaça, tais como: ângulo de inserção, condição de limpeza do eletrodo, temperatura e região muscular, pois JOACHIM (1996) relatou em seu estudo que o músculo *bíceps femoris* foi muito mais eficaz na detecção de animais portadores do gene RN (-), em comparação ao músculo *longissimus dorsi*. No mesmo estudo, o autor concluiu que uma relativa segurança na determinação das propriedades qualitativas da carne suína é possível quando combina-se valores de pH 45min *post mortem* com valores de temperatura e pH 24 horas.

GARRIDO et al. (1995), estudando a utilização de vários métodos rápidos, na detecção de características qualitativas em 433 suínos (Landrace X Large White), obteve suas melhores correlações com as mensurações de pH, tanto a 45min como a 24 horas *post mortem*. No mesmo estudo o autor também relatou boas correlações entre aspectos de qualidade e mensurações de reflectância realizadas com sonda de fibra óptica, porém inferiores às obtidas com as mensurações de pH.

Os valores de luminosidade L^* obtidos através de colorimetria (Minolta), geralmente apresentam baixas correlações com aspectos de qualidade aos 45min *post mortem*, entretanto no estudo de GARRIDO et al. (1996), o autor obteve um ($r = -0,86$, $n=36$), quando correlacionou valores de pH 45min com L^* 24 horas. O mesmo concluiu que os valores de luminosidade L^* obtidos no período de 24 horas *post mortem* podem ser utilizados na detecção da condição PSE em relação aos valores de pH 45min *post mortem*, pois o valor L^* é uma mensuração direta da característica PSE. Entretanto, no mesmo estudo, o autor não encontrou bons resultados quando correlacionou valores de pH 45min com valores a^* e b^* obtidos nas mesmas amostras.

Na tentativa de associar medidas de pH e características de qualidade da carne suína, EIKELENBOOM et al. (1996), estudou a influência dos valores de pH

no período de 13 e 20 horas *post mortem* em relação às características de qualidade como: perda por exsudação, comprimento de sarcômero, porcentagem de gordura intramuscular e força de cisalhamento (3 e 7 dias *post mortem*). O mesmo, encontrou correlações altamente significativas ($p < 0,001$) entre as medidas de pH realizadas no músculo *longissimus lumborum* no período de 13 horas *post mortem* e mensurações de perda por exsudação, perdas durante o cozimento e valor L^* , demonstrando que este período *post mortem* pode funcionar como indicativo de qualidade em relação aos valores de pH.

Analisando a associação existente entre valores de pH e características de qualidade em 700 carcaças suínas, CHIZZOLINI et al. (1993), comparou a eficiência de mensurações de pH por homogeneização em solução tampão de (0,01M de ácido iodoacético e de KCL 0,15M em pH 7,0) no período de 24 horas *post mortem* com medidas realizadas com eletrodo (combinado) na linha de abate aos 45 min *post mortem*. O mesmo concluiu que ambas as técnicas não foram completamente satisfatórias e que o eletrodo combinado possui uma utilização restrita devido as seguintes razões:

1. Aos 45min *post mortem* o contato entre o eletrodo e os fluidos da carne não são satisfatórios, pois neste período a musculatura encontra-se relaxada e as miofibrilas não possuem uma perda significativa de fluidos, necessária para a realização de uma ponte salina entre o eletrodo e a carne.
2. O tempo de estabilização do eletrodo é de aproximadamente 10 segundos, o que representa um período muito grande na linha de abate.

No mesmo trabalho, o autor também observou baixas correlações entre valores de pH, luminosidade L^* e parâmetros elétricos quando associados aos aspectos qualitativos das carcaças, provavelmente devido a limitada incidência de animais PSE e DFD do estudo.

Seguindo a mesma linha de pesquisa WARRIS & BROWN (1987), tentaram correlacionar os valores de pH 45min. e dados de reflectância, mensurados no músculo *longissimus dorsi* em duas raças distintas, no período de 20 h *post mortem*. Os mesmos autores observaram que músculos com pH 45 min < 6.1, possuíam menor capacidade de retenção de água e eram mais pálidos, enquanto que acima deste valor de pH, pequena influência foi exercida sob a capacidade de retenção de água, entretanto, uma grande influência foi estabelecida em relação aos valores de reflectância.

WARRIS & BROWN (1987), observaram a existência de uma relação bifásica entre a capacidade de retenção de água e os valores de reflectância, sendo que diferenças no pH final explicaram menos de 15% das variações nas perdas por exsudação das carcaças estudadas.

YANG et al. (1984), estudando características de qualidade associadas a animais PSE, corroborou de certa forma os estudos anteriores. Na mesma pesquisa o autor concluiu através de valores de regressão múltipla, que o pH 45min. *post mortem* mensurado no músculo *longissimus dorsi*, não foi satisfatório para predizer a cor e capacidade de retenção de água no período de 24 horas *post mortem*.

Em um estudo realizado por van der Wal et al. (1995), equipamentos de reflectância interna como *Hennessy Grading Probe* (HGP) e *Fibre Optical Probe* (FOP) juntamente com valores de pH mensurados aos 45 minutos *post mortem* (pH 45), foram utilizados na tentativa de predizer características de qualidade de 1969 suínos halotano negativos da raça *Yorkshire*. Os autores concluíram que aparentemente tanto o pH 45 como HGP ou FOP, mensurados aos 45min. *post mortem*, indicavam aspectos de qualidade final da carne, entretanto os valores de reflectância foram limitados e menos convenientes quando comparados aos valores de pH, especialmente em relação a capacidade de retenção de água. No mesmo estudo os autores concluíram também, que a proporção de variação ($r^2 \times 100\%$) na perda por exsudação, explicado pelas mensurações na linha de

matança (pH, FOP, HGP-PSE e *rigor mortis*), melhoraram significativamente de 13-28% para 50-62%, quando mensurações de (pH, FOP, L* e scores sensoriais para cor e capacidade de retenção de água), foram realizadas nas carcaças no período de 20 horas *post mortem*.

Seguindo a mesma linha de pesquisa, GARRIDO et al. (1994), estudou o efeito da reflectância interna, condutividade elétrica, pH, cor, capacidade de retenção de água, solubilidade protéica, conteúdo de pigmentos e gordura intramuscular, nos músculos *semimembranosus* e *longissimus dorsi* em carcaças suínas, na tentativa de avaliar a qualidade da carne objetivamente. Os autores concluíram que a maioria das avaliações foram significativamente diferentes entre as categorias, normal, PSE e DFD. Bons coeficientes de correlação foram obtidos entre os valores de pH dos músculos estudados ($r=0.74$, $p< 0,001$) aos 45 min. *post mortem*. Valores de ($r=0.56$ e $r=0.48$, $p< 0,001$) foram obtidos, quando mensurações de condutividade elétrica e FOP foram associadas aos valores de pH respectivamente.

Na mesma pesquisa foi observado, através da análises de componente principais, que 60,3% do total de variação da qualidade pode ser explicada através das mensurações de reflectância (FOP), pH e condutividade elétrica, mensurados aos 45min *post mortem*, sendo que as mensurações de maior importância foram as de pH e condutividade elétrica (EC) .

Na tentativa de estabelecer uma avaliação objetiva da qualidade da carne suína KAUFFMAN et al. (1993) analisou através de 12 instrumentos diferentes, propriedades como: temperatura, rigidez, condutividade elétrica e pH, mensurados no período de 45min. *post mortem*, nos músculos *longissimus thoracis* e *lumborum* em 285 carcaças suínas. Os autores concluíram que de todas as técnicas testadas, a que demonstrou maior potencial para predizer as características de qualidade da carne nas condições estudadas foi o pH 45min. A combinação de diferentes técnicas não aumentou significativamente os valores

previstos. Concluíram também que para a avaliação da qualidade de uma única carcaça o pH 45 min. *post mortem* não foi satisfatório.

Os mesmos autores observaram que dentre as técnicas utilizadas no início do *post mortem*, todas não foram satisfatórias para predizer a qualidade final de uma única carcaça, e recomendam que as mensurações de pH, reflectância luminosa e capacidade de retenção de água sejam utilizadas somente no final do período *post mortem* para a avaliação de características de qualidade, contrariando de certa forma os dados obtidos por OLIVER et al. (1991).

Seguindo a mesma linha de pesquisa, BARTON-GADE (1984) relatou em seus experimentos com suínos dinamarqueses, que as medidas de pH, cor e estrutura, sozinhos ou combinados, não são eficientes para predizer a qualidade da carne.

GARRIDO et al. (1994) constatou em seus estudos que somente a capacidade de retenção de água (CRA) e o conteúdo de pigmentos apresentaram variações importantes para classificar as categorias de qualidade.

Cor, rigidez e a CRA também foram escolhidas como sendo as características mais importantes para classificar a qualidade final da carne nas investigações feitas por KAUFFMAN et al. (1993). No caso da rigidez do músculo, porém devido a sua subjetividade, esta característica não foi diretamente usada como critério de seleção.

van LAACK et al. (1994) avaliando a capacidade de retenção de água (CRA) de 256 carcaças suínas, também observou a existência de uma relação bifásica entre os valores de pH obtidos no período de 45min *post mortem* nos músculos *longissimus thoracis* e *lumborum*, porém o mesmo não aconteceu quando os valores de (CRA) e luminosidade L*, obtidos por colorimetria, foram associados. OFFTER citado por van LAACK, et al. (1994), tentou explicar a relação entre os valores de pH 45min. *post mortem* e valores de (CRA), através do conhecimento

da etapa de *rigor post mortem*, segundo o mesmo, a capacidade de retenção de água (CRA) é particularmente menos influenciada pela desnaturação da miosina em relação a actina, isto ocorre somente até a realização do *rigor post mortem*, onde uma proteção contra a desnaturação da miosina é proporcionada pela actina.

Os valores de luminosidade L^* , obtidos por colorimetria podem ser influenciados tanto pela desnaturação da actina como da miosina em condições de altas temperaturas e baixo pH.

Na tentativa de prever as características de qualidade da carne suína de 400 carcaças BUDIG & INGR (1992) estudaram a eficiência das mensurações de pH aos 45min *post mortem* em relação as medidas de perda por exsudação e reflectância luminosa (522 nm) no período de 24 horas *post mortem*. Os autores observaram que o valor de pH 45min foi a mensuração mais adequada levando em consideração os coeficientes de variação obtidos de 5,2%, 23,3% 62,0% para os respectivos indicadores (pH 45min, reflectância e perda por exsudação) mensurados no período de 24 horas *post mortem*.

3.4 INFLUÊNCIAS DA TEMPERATURA

Segundo GARRIDO et al. (1996) os valores de temperatura das carcaças aos 45min. *post mortem*, podem apresentar correlações com valores de reflectância, porcentagem de carne magra, peso e valores de pH. Os mesmos obtiveram correlações de ($r= 0,48$, $n=38$) entre a porcentagem de carne magra e os valores de temperatura mensurados aos 45min. *post mortem*, demonstrando que carcaças mais magras apresentaram um consumo mais rápido de energia devido a maior susceptibilidade ao estresse.

Confirmando os resultados acima GARRIDO et al. (1995), obteve valores de ($r=0,48$, $n=38$), quando associou a porcentagem de carne magra com valores de temperatura mensurados no período de 45min *post mortem*, entretanto não

obteve os mesmos resultados quando correlacionou valores de temperatura aos de pH 45min.

FERNANDEZ et al. (1993), tentou compreender a relação entre diferentes indicadores de qualidade e valores de temperatura em carcaças suínas PSE. Referindo-se particularmente ao efeito da reflectância luminosa interna (FOP), o autor observou que altas temperaturas (35⁰C), resultaram em um grande aumento da reflexão luminosa no período de 24h *post mortem* e uma significativa diminuição da solubilidade das proteínas quando comparadas as carcaças mantidas a 12⁰C.

Utilizando este mesmo critério von SETH et al. (1991), citado por FERNANDEZ et al. (1993), estabeleceu que valores de reflectância luminosa acima de 55 unidades (FOP) no período de 24 horas *post mortem*, no músculo *longissimus* são bons indicativos da condição PSE.

O aumento da reflectância interna em carnes PSE, geralmente ocorre devido a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas, um resultado que também foi confirmado por VON SETH et al. (1991), demonstrando que a solubilidade das proteínas em água representa 66% das variações dos valores de reflectância no músculo *longissimus* de suínos.

Buscando um melhor entendimento da influência do binômio obtido entre as altas temperaturas e tempo de estocagem sobre a reflectância luminosa obtida através de sonda óptica (FOP), von SETH et al. (1991), observou que animais que não sofreram estresse e que não possuíam predisposição genética para o desenvolvimento da condição PSE, apresentaram o defeito quando as carcaças eram mantidas em temperaturas acima de 20⁰C. O mesmo, também demonstrou que a influência da temperatura sob o perfil de reflectância luminosa pode variar entre músculos dentro de uma mesma carcaça, pois os músculos *longissimus dorsi* e *bíceps femoris* suportaram diferentes temperaturas para apresentarem o

mesmo nível de condição PSE, 30°C e 35°C respectivamente.

Quanto ao efeito do tempo de armazenamento da carcaça sobre os valores de reflectância luminosa, os autores observaram que ocorreu um aumento de 5 unidades/dia para o músculo *longissimus dorsi* e 2 unidades/dia para o músculo *biceps femoris*, quando ambos os músculos foram armazenados a 4°C, demonstrando a importância da mensuração da reflectância luminosa nas primeiras horas após o abate. Baseando-se em uma equação de regressão linear entre os valores de reflexão luminosa (FOP) e variáveis independentes (capacidade de retenção de água, perda por exsudação e pH 45 min), os autores demonstraram uma clara associação entre os aspectos qualitativos estudados e os valores de reflectância luminosa obtidos através de sonda óptica (FOP).

Baseando-se na mesma linha de pesquisa GARRIDO et al. (1994) estudou a influência de dois métodos de atordoamento (CO₂ e elétrico) e dois métodos de resfriamento de carcaças (convencional e rápido), comparativamente com valores de luminosidade L* obtidos em (Minolta e Chroma Meter II), pigmentos hemáticos, solubilidade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, gordura intramuscular, umidade e capacidade de retenção de água, na tentativa de obter algum esclarecimento. Os mesmos, concluíram que em princípio a combinação do baixo valor de pH e altas temperaturas proporcionaram uma maior tendência ao desenvolvimento da condição PSE e uma diminuição na solubilidade das proteínas, concluíram também que os métodos de atordoamento não apresentaram diferenças significativas na qualidade final da carne, entretanto o rápido resfriamento da carcaça melhorou a capacidade de retenção de água e diminuiu a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas.

3.5 RELAÇÃO ENTRE COR E QUALIDADE

A luminosidade da carne L* pode ser considerada como uma medida de palidez da musculatura segundo GARRIDO et al. (1996). De acordo com estudos do mesmo, a relação obtida entre os valores de pH 45min e L* 24 horas *post*

mortem, foi muito estreita apresentando coeficientes de correlação de ($r = -0,86$, $n=38$), entretanto quando valores de pH 24horas e L^* 24horas foram associados coeficiente de correlação muito inferior foi encontrado. O autor concluiu que o valor L^* obtido 24 horas *post mortem* pode ser utilizado para predizer a condição PSE devido a sua alta correlação com os valores de pH 45min, entretanto no mesmo estudo os autores obtiveram correlações bem inferiores quando correlacionaram os valores de pH 45min com valores a^* e b^* obtidos em colorímetro no período de 24 horas *post mortem*.

Avaliando o efeito da cor sobre a qualidade da carne suína CHIZZOLINI et al. (1993) encontrou valores significativamente maiores entre as medidas L^* , a^* , b^* , (Chroma) e (Hue), quando realizadas nos períodos de 45min e 24 horas *post mortem*, resultando em correlações de ($r = 0,57$, $p < 0,001$) entre os valores a^* a 45min e 24 h *post mortem* e ($r = 0,34$, $p < 0,001$) entre os valores L^* a 45min e 24h. Os valores anteriores, associados a ausência de correlações significativas entre os valores b^* nos períodos de 45min e 24h *post mortem* sugerem, segundo os autores, que características finais de cor não podem ser observadas aos 45min *post mortem*. Entretanto não restam duvidas de que a evolução da glicólise *post mortem*, pode influenciar significativamente os valores de L^* e b^* , de acordo com WARRIS et al., citado por CHIZZOLINI et al. (1993).

A correta avaliação e estudo de mensurações de cor associadas a identificação de animais PSE e DFD, é relativamente difícil devido a falta de uma padronização para os instrumentos adotados, segundo CHIZZOLINI et al. (1993).

Na tentativa de minimizar o problema, Mc Laren, citado por CHIZZOLINI et al.(1993), estabeleceu valores limites de mensurações de cor relativas a qualidade, obtidas em colorímetro (Minolta) no músculo *longissimus dorsi* mensuradas no período de 24h *post mortem*. **(Quadro 1).**

CHIZZOLINI et al. (1993), concluiu que as mensurações de cor no período

de 24h *post mortem*, apresentaram um bom potencial para identificar aspectos qualitativos da carne, baseando-se nos valores de a^* e L^* . Esta tendência se confirmou quando os dados foram analisados através da técnica de componentes principais, sendo que os valores das mensurações realizadas no período de 24 horas *post mortem*, particularmente os dados relativos a cor, foram os mais significativos para a identificação dos grupos de qualidade.

Tentando estudar a influência da concentração de pigmentos hemáticos na condição PSE e DFD, GARRIDO et al. (1992) avaliou os dados provenientes de 205 carcaças suínas, onde estabeleceu as seguintes concentrações de pigmentos totais: 1,070 mg/g para animais normais, 1,204 para animais DFD, sendo que estes valores apresentaram uma significância de 86% em relação as condições PSE e DFD, das mensurações analisadas. Diferenças na concentração de pigmentos também foram observadas entre sexo e raça.

Quadro 1 : Valores limite de qualidade relativos a mensurações de cor L^* , a^* , b^*

"Score" Subjetivo	Valor L^*	Valor a^*	Valor b^*
1/1	59,5	11,4	8,4
2/2	56,1	11,3	7,5
3/3	48,6	9,8	4,9
4/4	38,6	7,5	1,5

Fonte: Mc Laren, K. citado por CHIZZOLINI, R. et al. (1993)

Onde:

Cor Subjetiva

- 1 Extremamente pálida
- 2 Pálida
- 3 Normal
- 4 Escura
- 5 Extremamente escura

Estrutura Subjetiva

- 1 Extremamente macia e exudativa
- 2 Macia e exudativa
- 3 Normal
- 4 Firme e seca
- 5 Extremamente firme e seca

A cor da carne segundo WARRIS et al. citado por GARRIDO et al. (1992) é

uma característica organoléptica diretamente relacionada aos aspectos de qualidade, sendo determinada por dois fatores principais: A concentração e o estado químico dos pigmentos hemáticos no músculo (principalmente a mioglobina) e o estado de desenvolvimento da glicólise *post mortem*. Segundo os autores, a baixa concentração de pigmentos pode ser importante devido a tendência da palidez em carnes PSE.

Entretanto GARRIDO et al. (1992) encontrou pequenas correlações não significativas quando associou os valores de pigmentos totais com os valores obtidos por sondas ópticas (FOP) e pH-metro, mensurados no período de 45 min e 24 horas *post mortem* nos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus*.

3.5.1 INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE PIGMENTOS

A variação na concentração de pigmentos, a qual pode variar em função da idade, sexo, raça e alimentação, podem influenciar a cor da carne suína. Excluindo a maciez, as duas mais importantes características de qualidade da carne fresca suína são a perda líquido por exsudação durante a estocagem e a cor da carne. (WARRIS et al. 1990).

Em um estudo realizado por WARRIS et al. (1990), a variação na concentração de pigmentos de diversas raças, foi relativamente pequena, porem segundo o autor esta variação pode influenciar o perfil de reflectância mensurado por sondas ópticas. Baixas concentrações de pigmentos no lombo, podem aumentar a palidez causada pelo desenvolvimento da condição PSE e induzir a uma superestimação desta condição quando equipamentos ópticos são utilizados.

Estes equipamentos possuem uma tendência de selecionar carcaças com altas concentrações de pigmentos conforme observou LUNDSTROM et al. citado por WARRIS et al. (1990).

Entretanto esta interferência no perfil de reflectância das sondas ópticas,

pode ser minimizada utilizando-se equipamentos ópticos mais recentes que trabalham com um comprimento de onda maior que 700 nm, onde estes problemas não são significativos. Porém equipamentos que utilizam uma emissão luminosa dentro do espectro visível, podem apresentar alguma variação de leitura em relação a diferentes concentrações de pigmentos.

4 MATERIAL E MÉTODOS:

4.1 MATERIAL

O material de estudo consistiu de 82 carcaças suínas (39 machos e 43 fêmeas), com peso variando entre 40 a 120 kg, procedentes de abatedouro comercial da região de Amparo.

Após um período de sucessivas mensurações na linha de abate (8 horas *post mortem*) o pernil e carrê foram retirados das respectivas carcaças, identificados e transportados para a Planta Piloto do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos - CTC / ITAL, para a realização das mensurações no período de 24 h *post mortem* e análises laboratoriais.

4.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

4.2.1 MENSURAÇÕES EFETUADAS

Uma visão geral dos procedimentos e análise realizados, encontra-se no fluxograma de trabalho realizado (**Figura 3**).

4.2.1.1 MEDIDAS DE REFLECTÂNCIA

As medidas de reflectância foram realizadas utilizando-se o sistema Hennessy de tipificação modelo GP4. As mensurações foram efetuadas em vários

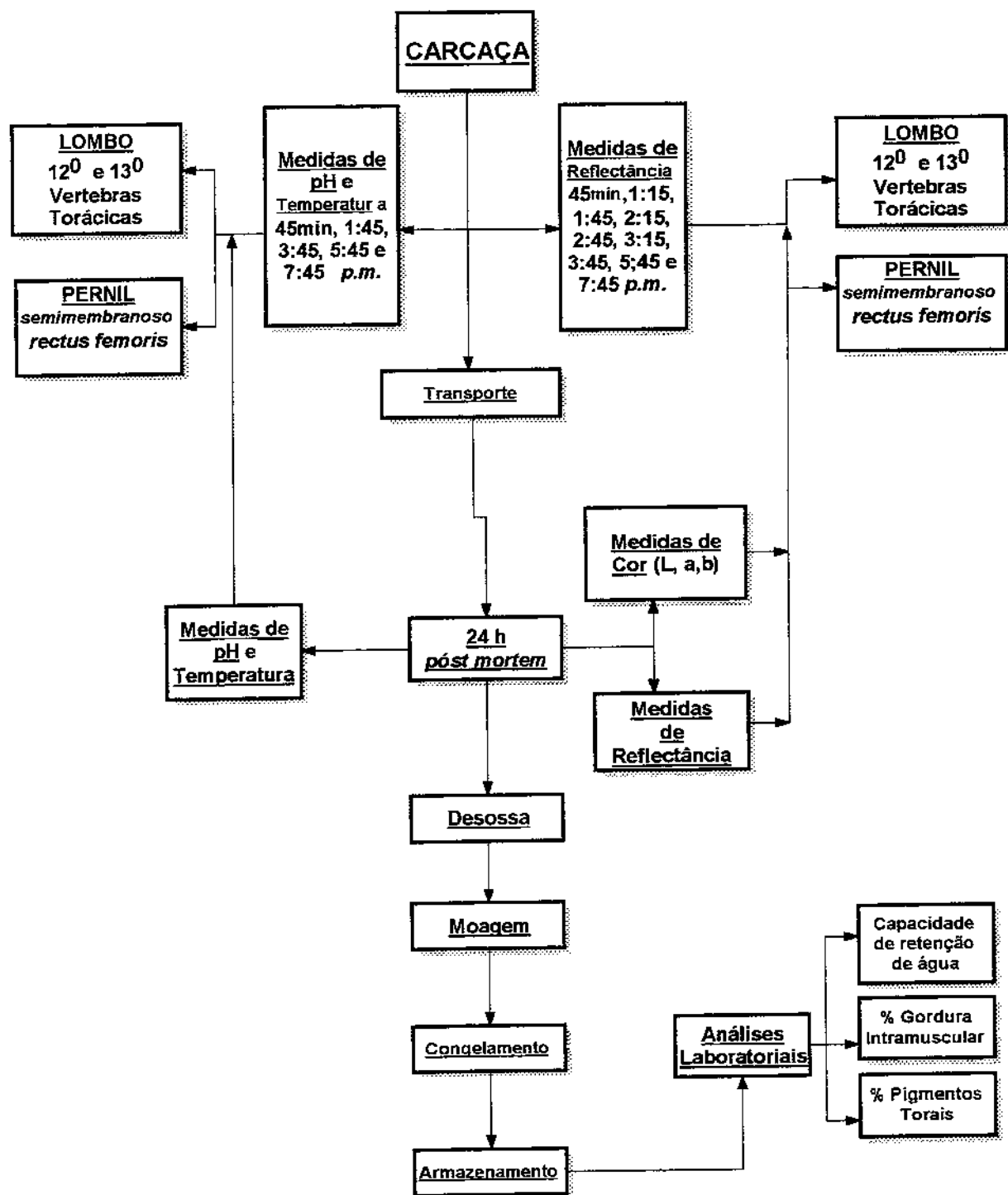


Figura: 4 Fluxograma de Trabalho

períodos *post mortem* (45 min, 1:15, 1:45, 2:15, 2:45, 3:15, 3:45, 5:45, 7:45 e 24 horas).

Na metade esquerda das 82 carcaças estudadas foram mensuradas as reflexões luminosas de duas regiões musculares do pernil: músculo *semimembranosus* e músculo *rectus femoris* e duas regiões musculares do lombo na altura da 12^o e 13^o vértebras torácicas no músculo *longissimus dorsi*, em todos os horários *post mortem* citados (**Foto 1**).

4.2.1.2 MEDIDAS DE pH

O pH foi mensurado potenciometricamente em pH-metro INGOLD-WTW-pH91, em duplicata, com sistema de indicação digital LCD, precisão de + / - 0,01 pH, sensor de compensação de temperatura Tec 530 e eletrodo de vidro apropriado para a determinação de pH em superfícies.

As avaliações foram feitas nas mesmas regiões musculares onde foram realizadas as medidas de reflexão luminosa através da sonda óptica de tipificação, porém na metade direita da mesma carcaça. Em uma profundidade de aproximadamente 3 cm, os seguintes horários *post mortem* foram avaliados: 45 min, 1:45, 3:45, 5:45, 7:45 e 24 horas.

4.2.1.3 MEDIDAS DE TEMPERATURA

As medidas de temperatura foram realizadas na 1/2 carcaça esquerda e nas mesmas regiões musculares do pernil (*semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê na altura da 12^o e 13^o vértebras torácicas (*longissimus dorsi*) e mesmo período *post mortem* utilizado, para as medidas de pH, pois a sonda para mensuração de temperatura é localizada no mesmo equipamento (pH-metro INGOLD-WTW-pH91).

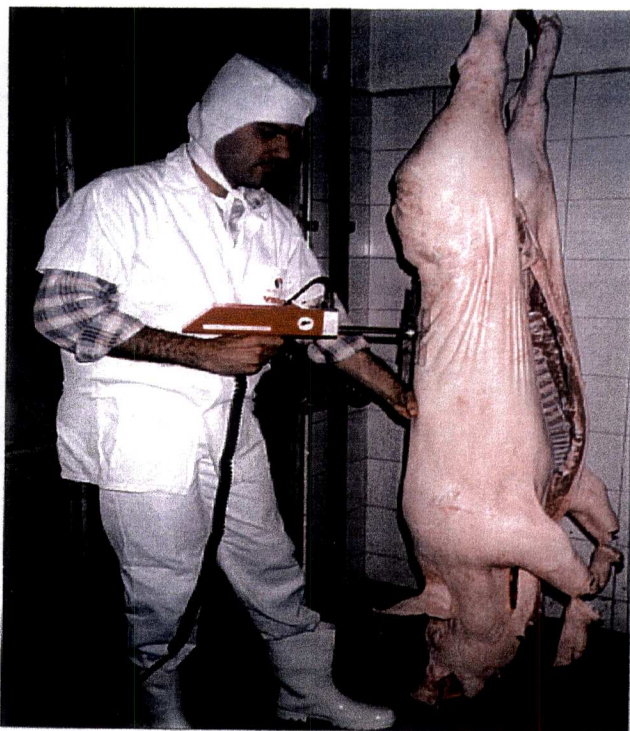
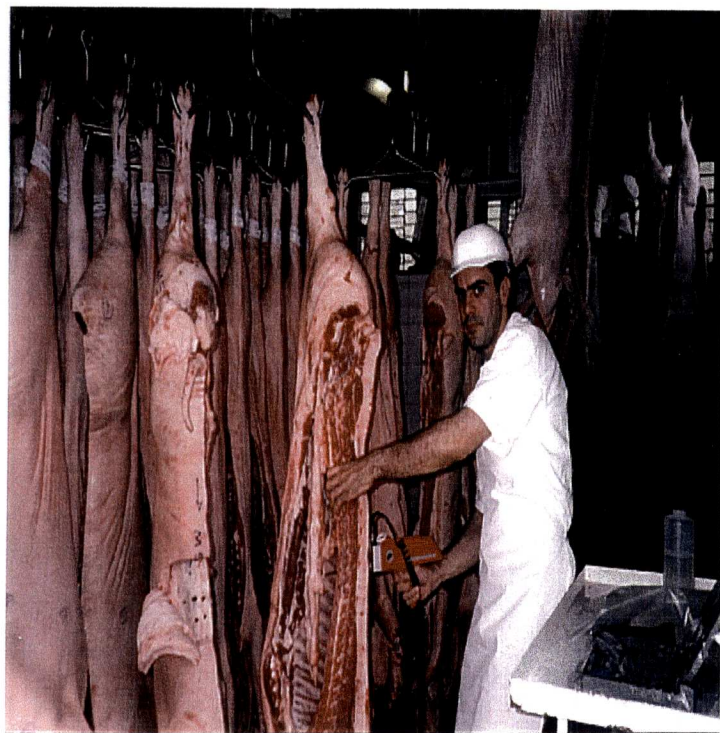


Foto1. Mensurações das reflexões luminosas de duas regiões musculares do pernil: músculo *rectus femoris* e músculo *semimembranosus* e duas regiões musculares do lombo na altura da 12^o e 13^o vértebras torácicas no músculo *longissimus dorsi*.

4.2.1.4 MEDIDAS DE COR

No período *post mortem* de 24 horas, a camada de toucinho juntamente com o epimísio foram retiradas nas regiões do pernil (*semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê na altura da 12^o e 13^o vértebras torácicas (*longissimus dorsi*) com o objetivo de expor a musculatura. Após um período padronizado de 10 minutos de exposição ao ar ambiente, as regiões musculares citadas foram mensuradas em triplicata no espaço L* a* b*, de cromaticidade com um colorímetro manual.(Minolta, CR 300, DL65, Ø 8mm, ângulo de visão de 0°, com iluminação difusa e componente especular).

4.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

4.3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

Após o período de 24 horas *post mortem* e realização de todas as mensurações, tanto o pernil como o carrê das 82 carcaças, foram desossados e limpos de toda a gordura subcutânea e aponeuroses, restando somente o músculo e a gordura intramuscular. Posteriormente os músculos do carrê e pernil foram moídos em disco de Ø 3 mm por 2 vezes, após este procedimento as amostras foram etiquetadas, embaladas a vácuo e congeladas a -20°C durante 30 minutos em armário criogênico.

4.3.2 ANÁLISE DE C.R.A.

Após o descongelamento das amostras (24 horas a 4°C), as análises de capacidade de retenção de água, foram realizadas em duplicata para os músculos do carrê e pernil, de acordo com a metodologia baseada na solubilidade das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, de ENDER & PFEIFFER , citada por BATON-GADE (1981).

4.3.3 ANÁLISE DE GORDURA INTRAMUSCULAR E UMIDADE

Após o descongelamento das amostras (24 horas a 4°C), as análises de gordura intramuscular e umidade foram realizadas em duplicata para as amostras

do carrê e pernil em extrator de Soxhlet de acordo com a metodologia descrita por HORWITZ (1980).

4.3.4 ANÁLISE DE PIGMENTOS TOTAIS

Seguindo o mesmo procedimento de descongelamento para as 82 amostras do carrê e pernil, a porcentagem de pigmentos totais foi determinada de acordo com uma modificação no método HORNSEY(1956), por BARTON-GADE (1982).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para estimativa dos coeficientes de correlação, de regressão múltipla e componentes principais existentes entre os valores de pH, reflectância, temperatura, cor L*, a*, b*, C.R.A., porcentagem pigmentos totais e gordura intramuscular, nos diversos períodos *post mortem* e locais de inserção da sonda óptica, foi utilizado o software STATISTICA 5.0 . O nível de significância adotado foi de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

5.1 DADOS DE ANÁLISES LABORATORIAIS

Na **Tabela 1**, encontram-se os resultados médios das análises laboratoriais de capacidade de retenção de água (CRA), porcentagem de gordura intramuscular, porcentagem de pigmentos totais e porcentagem de umidade das 82 carcaças suínas avaliadas.

Nos **Gráficos 1, 2, 3 e 4**, são apresentadas as distribuições dos resultados, referente as mesmas análises.

Analisando a distribuição dos valores de capacidade de retenção de água (**Gráfico 1**); Vê-se que os músculos do pernil apresentaram uma porcentagem maior de amostras extremamente PSE (40,3%) em comparação com as amostras

da região lombar (31,7%), nas mesmas carcaças, demonstrando uma maior suscetibilidade dos músculos do pernil.

Tabela 1 Resultado das análises laboratoriais da carne de lombo e pernil de 82carcaças suínas.

Análises	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
%UP	75,698	73,104	79,597	1,184
GORD/P	2,338	0,510	4,104	0,743
CRA/P	0,118	0,071	0,177	0,020
PIG/P	57,489	34,340	87,040	8,776
%UC	74,583	71,724	77,610	1,096
GORD/C	2,238	0,537	6,214	0,983
CRA/C	0,119	0,070	0,178	0,020
PIG/C	36,817	25,160	51,340	5,385

Onde:

UP = umidade do pernil (%)

UC = umidade do carrê (%)

PIG/C = Pigmentos totais do carrê (ppm)

PIG/P = Pigmentos totais do pernil (ppm)

CRA/C = Capacidade de retenção de água do carrê (absorbância/g)

CRA/P = Capacidade de retenção de água do pernil (absorbância/g)

Vê-se também que a maioria das amostras analisadas encontra-se na faixa de resultados duvidosos (intermediários) para a condição PSE, com 52,4% e 59,7% para as amostras do pernil e carrê ,respectivamente, e pequena parcela das amostras analisadas (7,29%) para o pernil e (8,56%) para o carrê foram consideradas não PSE.

Trabalhando com a mesma metodologia para a determinação da capacidade de retenção de água em diferentes músculos suínos, BARTON-GADE et al.(1991); OLIVER et al.(1991); GARRIDO et al.(1994), BARTON-GADE et al. (1984), GARRIDO et al.(1992); BROWN (1992), obtiveram valores um pouco mais elevados que os apresentados no **Gráfico 1**.

O comportamento da temperatura nas regiões do lombo e pernil durante as

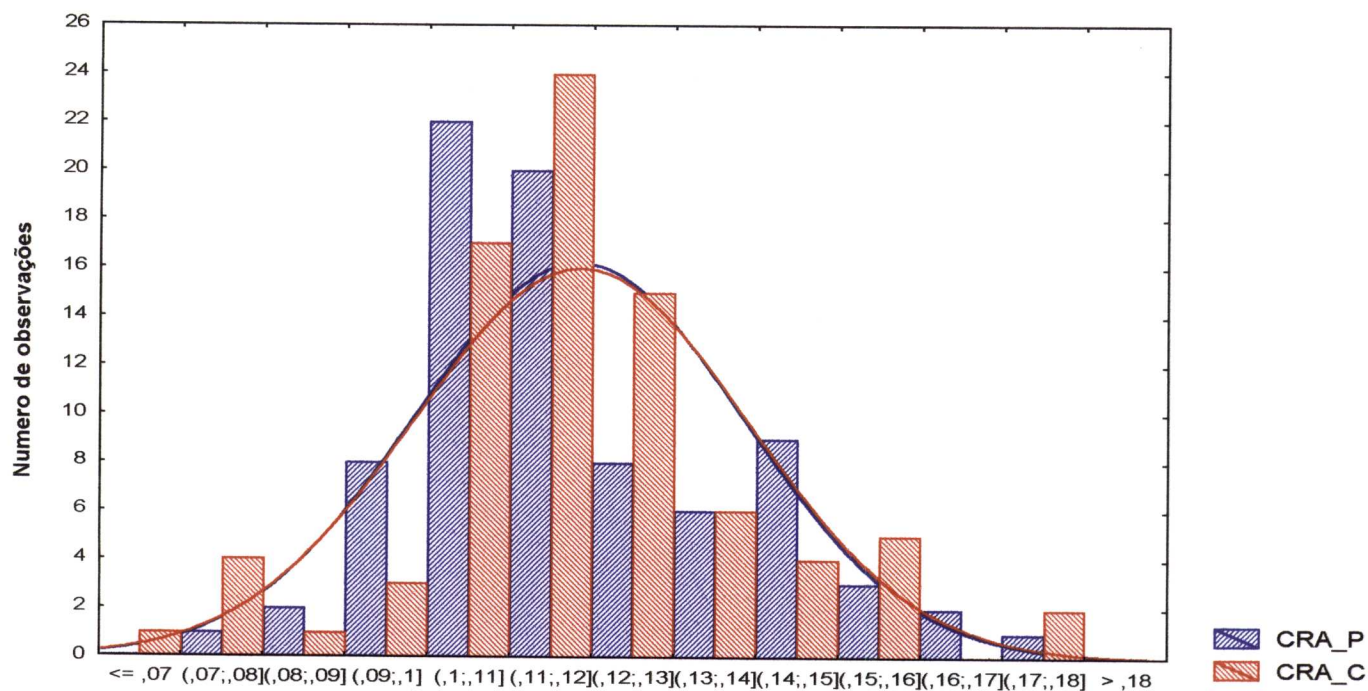


Gráfico 1: Distribuição dos valores de capacidade de retenção de água (absorbância / g), no pernil e carrê de 82 carcaças suínas.

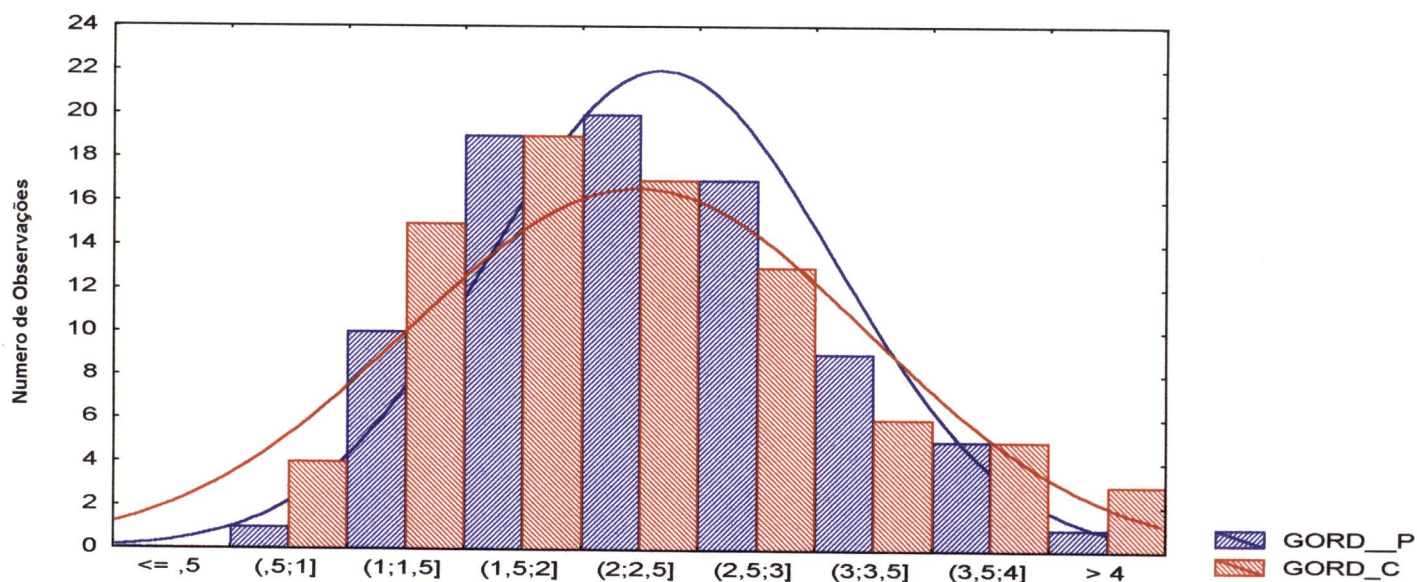


Gráfico 2: Distribuição das porcentagens de gordura intramuscular no pernil e carrê de 82 carcaças suínas

mensurações com o sistema Hennessy GP4 no matadouro-frigorífico, pode explicar em partes a baixa capacidade de retenção de água das amostras estudadas (**Gráfico 10**).

No **Gráfico 2**, onde observa-se uma distribuição uniforme dos resultados obtidos tanto na região do pernil como do lombo, com uma discreta redução na porcentagem de gordura intramuscular para a região do lombo. Das amostras do lombo 46,34% e das amostras do pernil 36,58% apresentaram valores inferiores a 2%. As médias do teor de gordura intramuscular (**Tabela 1**), foram similares às obtidas por OLIVER et al.(1991); OLIVER et al.(1993); HOVENIER et al. (1993) e BARTON-GADE et al.(1984), em contraste com os dados obtidos por GARRIDO et al. (1992); GARRIDO et al.(1993) e BARTON-GADE et al.(1991), que relataram taxas de gordura intramuscular um pouco menores. Uma explicação para tal variação, pode ser baseada na variabilidade do conteúdo de gordura intramuscular existente entre raças distintas como demonstraram BARTON-GADE et al.(1991); GARRIDO et al. (1992); OLIVER et al.(1993).

Analisando a distribuição de dados referentes as análises do conteúdo de pigmentos totais no do **Gráfico 3**, verifica-se que as amostras do pernil apresentaram concentrações de pigmentos muito superiores às amostras do lombo. Um total de 92,68% do pernil situou-se entre 40 a 70 ppm de pigmentos totais, enquanto que 95,12% das amostras do lombo na faixa de 25 a 45 ppm de pigmentos totais.

Resultados similares foram obtidos por BARTON-GADE, et al. (1984); BARTON-GADE et al.(1991); WARRIS et al.(1990); van Laack, et al.(1994). Segundo WARRIS et al. (1990) a baixa concentração de pigmentos é uma característica que deve ser observada, devido a tendência de intensificação da condição PSE. Variações na concentração de pigmentos totais podem ocorrer devido a diversos fatores como: raça, idade, sexo, castração, tipo de músculo,

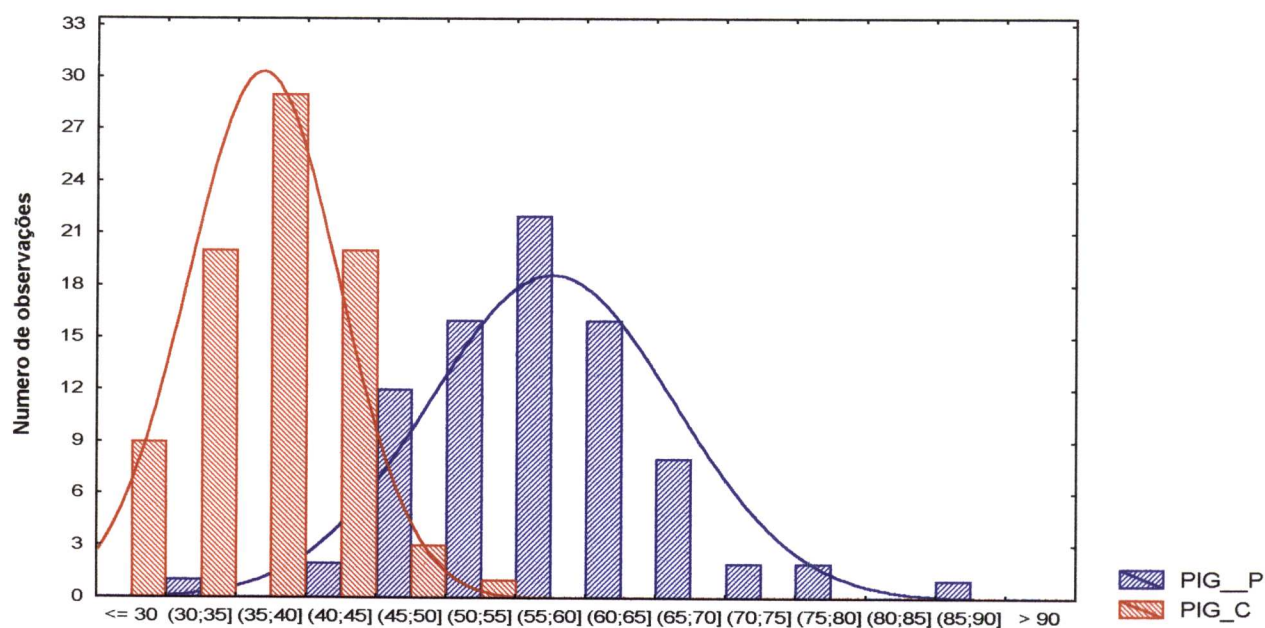


Gráfico 3: Distribuição dos resultados de pigmentos totais (ppm) no pernil e carrê de 82 carcaças suínas

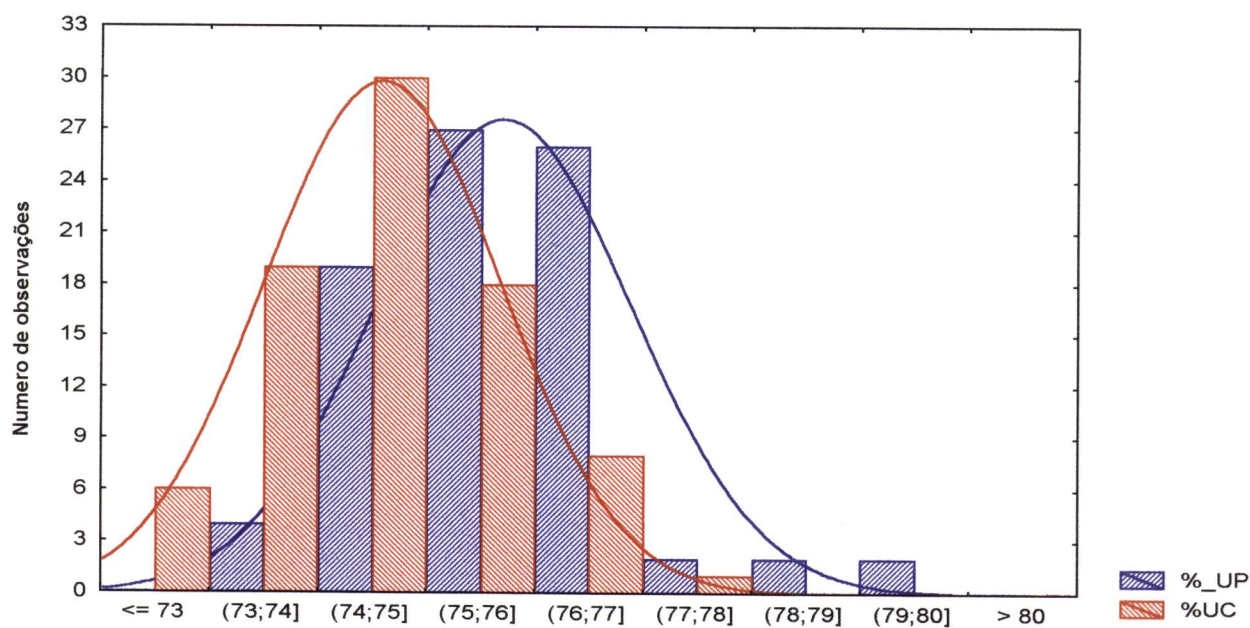


Gráfico 4: Distribuição das porcentagens de umidade no pernil e carrê de 82 carcaças suínas.

alimentação, condição DFD ou PSE, conforme demonstraram BARTON-GADE et al.(1984); BARTON-GADE et al.(1991) e GARRIDO, et al.(1992).

Os resultados da porcentagem de umidade nas mesmas carcaças analisadas, encontram-se no **Gráfico 4**, onde se observa uma tendência das amostras do carrê apresentarem valores inferiores em relação às do pernil. A grande maioria das amostras do pernil (87,81%) situou-se na faixa compreendida entre 74 a 77% de umidade, enquanto que (81,71%) das amostras do carrê situou-se na faixa entre 73 a 76% de umidade, resultados similares foram encontrados por GARRIDO et al. (1992); OLIVER et al.(1993); GARRIDO et al. (1994).

5.2 RELAÇÃO DOS VALORES DE REFLECTÂNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE ESTUDADAS.

5.2.1 CORRELAÇÕES ENTRE AS MEDIDAS DE REFLECTÂNCIA (HENNESSY GP4) E ANÁLISES LABORATORIAIS

Nas **Tabelas 2, 3, 4, 5** tem-se os coeficientes de correlação entre os valores de reflectância dados pelo sistema Hennessy GP4 em vários períodos *post mortem* e as análises laboratoriais de capacidade de retenção de água (CRA), porcentagem de gordura intramuscular e porcentagem de pigmentos totais.

Analisando os coeficientes de correlação entre a capacidade de retenção de água e os valores de reflectância obtidos com a sonda óptica (**Tabelas 2, 3, 4, 5**), vê-se que todos os pontos de inserção tanto na região do lombo (12^o e 13^o vértebras torácicas) como do pernil (músculo *semimembranosus* e *rectus femoris*) apresentaram valores significativos ($p < 0,05$) para a maioria dos períodos *post mortem*.

Visualizando as **Tabelas 2, 3, 4 e 5** quanto ao aspecto de capacidade de

retenção de água fica nitidamente claro que a região lombar, principalmente a da 12^o vértebra torácica, apresentou maiores coeficientes de correlação do que os outros locais de mensuração realizados, como: 13^o vértebra torácica, *semimembranosus* e *rectus femoris*.

Levando-se em consideração os períodos *post mortem* em estudo, também ficou evidente que o período de 45min *post mortem* não foi suficiente para determinar com exatidão a condição PSE em carcaças suínas embora a região do carrê (12^o vértebra torácica) apresentou um $r = -0,42$, ($p < 0,05$) entre as medidas de reflectância luminosa e a capacidade de retenção de água. Desta forma este período *post mortem* pode funcionar como um indicativo de qualidade quando associado a outras características qualitativas dentro de um programa de tipificação de carcaças.

O trabalho evidenciou ainda que melhores correlações foram obtidas entre a capacidade de retenção de água e a reflectância luminosa na região lombar (12^o vértebra torácica), no período de 1:45 *post mortem* ($r = -0,60$, $p < 0,05$). Demonstrando que caso exista a possibilidade de adaptação deste período de tipificação no fluxograma de trabalho do matadouro-frigorífico, este parece ser o período mais apropriado para a indicação da condição PSE.

BARTON-GADE et al.(1989) e (1984); OLIVER et al. (1991), obtiveram coeficientes um pouco mais elevados que os apresentados no presente trabalho, quando correlacionaram os valores obtidos por sondas ópticas com a capacidade de retenção de água nos respectivos músculos mensurados, principalmente no período de 45 min *post mortem* na região do carrê. Entretanto GARRIDO et al. (1994), obteve valores bem inferiores quando associou a reflectância luminosa com a capacidade de retenção de água do músculo *semimembranosus* em vários períodos *post mortem*.

Van der Wal, et al.(1995), também encontrou baixas correlações de

reflectância (Hennessy e FOP) com a capacidade de retenção de água no período de 45min. *post mortem*.

SOMERS, et al. (1985); MURRAY et al. (1989), SWATLAND et al.(1990) e (1995); ALLAN et al.(1996), obtiveram bons resultados ($r > 0,70$ $p < 0,05$), quando associaram reflectância em equipamentos ópticos com perdas por exsudação e cozimento, contrariando de certa forma os resultados obtidos por WARNER et al.(1992); GARRIDO et al.(1994); Van der Wal, et al.(1995).

Elevados coeficientes de determinação ($r^2 = 0,85$), foram obtidos por MURRAY et al. (1990), entre as medidas de reflectância luminosa, perda por exsudação e valores subjetivos determinados sensorialmente para carnes PSE e DFD, demonstrado uma certa associação entre as características estudadas.

No **Gráfico 5** tem-se o comportamento das mensurações de reflectância obtidas através do sistema Hennessy GP4 e suas correlações com a capacidade de retenção de água em diferentes locais, pernil (músculos *semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas).

No **Gráfico 6**, observar-se que os valores de reflectância obtidos no lombo foram crescentes e mais uniformes em comparação com os do pernil em todos os períodos *post mortem*. Um comportamento mais uniforme também pode ser visto nos coeficientes de correlação obtidos entre a capacidade de retenção de água e medidas de reflectância na região do lombo, em relação ao pernil em todos os períodos *post mortem* avaliados.

Sondas ópticas que trabalham com comprimento de onda dentro do espectro visível, como no caso do Hennessy GP4 (amarelo ao verde), podem sofrer alguma interferência de leitura em carcaças que possuam uma maior taxa de gordura intramuscular. Desta forma, poderia ocorrer uma superestimação dos valores de reflectância, induzindo a uma falsa idéia da condição PSE (SWATLAND 1994).

As correlações obtidas entre o conteúdo de gordura intramuscular e reflectância para a maioria dos períodos *post mortem* avaliados não foram significativas **Tabelas 2, 3, 4 e 5**, excetuando o músculo *rectus femoris* (**Tabela 5**) que apresentou valores significativos porém baixos. Aspectos de interferência na leitura pode ter influenciado os coeficientes de correlação obtidos neste ponto de inserção, causados pela localização anatômica e a trajetória percorrida pela sonda

Baixa correlação entre o teor de gordura intramuscular e reflectância também foi obtida nos estudos de BARTON-GADE et al.(1984); HOVENIER et al.(1993); GARRIDO et al. (1992) e (1994); van der Wal et al.(1995) e, onde os autores trabalharam com sondas ópticas de comprimento de onda similares as do presente estudo.

SWATLAND et al.(1990) e BECK et al. (1990), obtiveram melhores coeficientes de correlação ($r=0,99$ $p< 0,005$) para a gordura intramuscular, utilizando sondas ópticas operando com comprimento de onda próximo a região do infravermelho. BARTON-GADE et al.(1990), constataram também correlações significativas, porém menores, trabalhando com comprimento de onda correspondente a 940 nm.

A concentração de pigmentos totais da carne é um fator muito importante, quando relacionada aos aspectos de qualidade da carne através de mensurações ópticas. Baixas concentrações de pigmentos aumentam a palidez da carne causada pela condição PSE e proporciona uma tendência de superestimação da condição PSE conforme observou WARRIS et al. (1990).

Através das **Tabelas 2, 3, 4 e 5**, encontram-se os coeficientes de correlação obtidos entre as mensurações ópticas e a porcentagem de pigmentos totais em vários locais de mensuração e tempos *post mortem* no presente estudo. Na grande maioria dos horários e locais de mensuração as correlações não foram significativas, demonstrando que pequena associação ocorreu entre os

parâmetros estudados, apresentando um comportamento similar aos coeficientes de correlação obtidos entre a porcentagem de gordura intramuscular e valores de reflectância luminosa.

LUNDSTROM citado por WARRIS et al.(1990), relatou que pode ocorrer uma tendência à seleção de carcaças com altas concentrações de pigmentos na detecção objetiva de animais PSE, quando sondas ópticas que trabalham com comprimento de onda na região do espectro visível são utilizadas. E afirmou que os aspectos de interferência durante a leitura, causados pela concentração de pigmentos no músculo, podem ser eliminados utilizando-se sondas ópticas com comprimento de onda superior a 700 nm.

Baixas correlações entre a quantidade de pigmentos totais e as mensurações realizadas por sondas ópticas também foram encontradas por WARRIS et al.(1990); BARON-GADE et al.(1984) e (1991) e GARRIDO et al. (1992) e (1994)

Valores de reflectância obtidos na região do pernil (músculo *semimembranosus* e *rectus femoris*) e carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas) pode ser realizada nos **Gráficos 7, 8, 9 e 10.**

Observa-se que o local de mensuração que apresentou maior e menor uniformidade foram os músculos *rectus femoris* e *semimembranosus* respectivamente. Quanto às mensurações realizadas no lombo, estas apresentaram um comportamento intermediário.

O **Gráfico 11** ilustra a evolução dos coeficientes de correlação obtidos entre reflectância luminosa e capacidade de retenção de água, nos períodos de 45min, 2:15 e 3:45 *post mortem* na região da 12^o vertebra torácica. Observa-se que no período *post mortem* inicial ocorreu uma maior uniformidade das mensurações realizadas, apesar do menor coeficiente de correlação obtido.

Tabela 2: Coeficientes de correlação entre reflectância (12^o vértebra torácica) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos *post mortem*

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45min	0,11	-0,30	-0,07	0,01	-0,42	0,12
1:15	-0,09	-0,35	-0,07	-0,01	-0,48	0,16
1:45	-0,11	-0,41	-0,12	0,00	-0,60	0,19
2:15	-0,22	-0,42	-0,10	-0,04	-0,56	0,23
2:45	-0,22	-0,41	-0,15	-0,09	-0,58	0,13
3:15	-0,13	-0,49	-0,13	0,04	-0,56	0,07
3:45	-0,15	-0,55	-0,04	-0,03	-0,62	0,14
5:45	-0,14	-0,55	-0,02	0,01	-0,59	0,07
7:45	-0,20	-0,40	-0,01	-0,04	-0,45	0,11
24:00	-0,13	-0,52	0,01	0,05	-0,55	0,13

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 3: Coeficientes de correlação entre reflectância (13^o vértebra torácica) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos *post mortem*

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45min	-0,12	-0,27	-0,05	-0,01	-0,40	0,07
1:15	-0,16	-0,33	-0,14	-0,08	-0,46	0,09
1:45	-0,11	-0,37	-0,04	0,00	-0,54	0,17
2:15	-0,12	-0,40	0,02	0,00	-0,54	0,24
2:45	-0,17	-0,44	0,00	-0,05	-0,58	0,16
3:15	-0,16	-0,52	-0,03	0,00	-0,59	0,20
3:45	-0,06	-0,48	-0,01	0,03	-0,60	0,18
5:45	-0,03	-0,51	-0,03	0,07	-0,56	0,15
7:45	-0,15	-0,53	-0,02	0,02	-0,55	0,06
24:00	-0,21	-0,48	0,09	-0,01	-0,57	0,10

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 4: Coeficientes de correlação entre reflectância (*semimembranosus*) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos *post mortem*

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45min	0,10	-0,28	-0,08	0,19	-0,26	0,03
1:15	0,10	-0,29	0,03	0,23	-0,26	0,10
1:45	0,02	-0,54	0,02	0,17	-0,46	0,08
2:15	0,17	-0,44	0,17	0,20	-0,35	0,17
2:45	-0,03	-0,50	0,07	0,04	-0,39	-0,01
3:15	0,02	-0,45	0,17	0,12	-0,39	0,19
3:45	-0,02	-0,41	0,11	0,09	-0,29	0,05
5:45	-0,16	-0,48	0,11	-0,05	-0,45	0,12
7:45	-0,14	-0,50	0,13	-0,05	-0,49	0,07
24:00	-0,05	-0,42	0,03	0,06	-0,36	0,15

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 5: Coeficientes de correlação entre reflectância (*rectus femoris*) e valores de capacidade de retenção de água (CRA), % de pigmentos totais e % de gordura intramuscular de 82 carcaças suínas em vários períodos *post mortem*

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45min	-0,01	-0,18	-0,17	0,06	-0,12	0,05
1:15	-0,12	-0,35	-0,03	-0,06	-0,32	0,01
1:45	-0,23	-0,34	0,06	-0,13	-0,25	0,01
2:15	-0,33	-0,56	0,00	-0,24	-0,44	-0,11
2:45	-0,31	-0,47	0,07	-0,22	-0,30	-0,01
3:15	-0,36	-0,51	0,12	-0,24	-0,36	0,03
3:45	-0,33	-0,54	0,09	-0,21	-0,46	-0,03
5:45	-0,15	-0,58	0,00	-0,04	-0,51	0,00
7:45	-0,26	-0,61	-0,01	-0,16	-0,52	0,00
24:00	-0,22	-0,42	0,00	-0,14	-0,34	-0,05

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

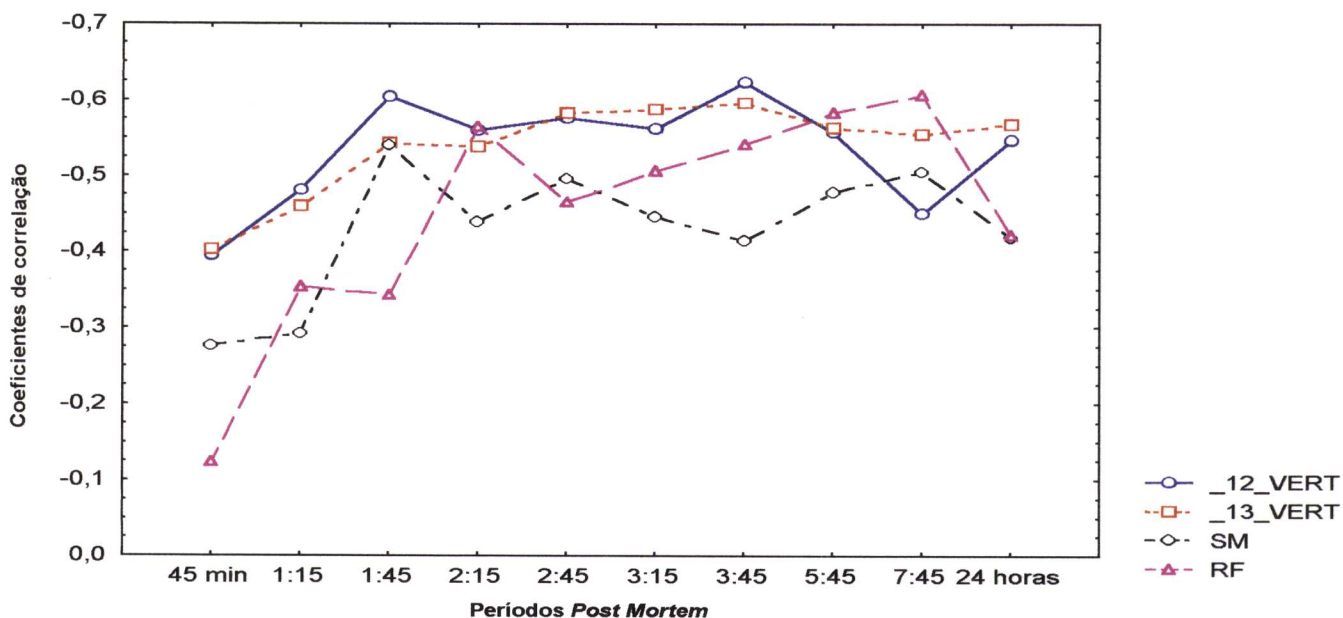


Gráfico 5: Comportamento dos coeficientes de correlação entre os valores de reflectância e a capacidade de retenção de água (CRA) em vários locais e períodos *post-mortem* (N= 82 animais e $P < 0,05$)

Onde:

12^o Vert. = 12^o Vértebra Torácica

13^o Vert. = 13^o Vértebra Torácica

SM = *semimembranoso*

RF = *rectus femoris*

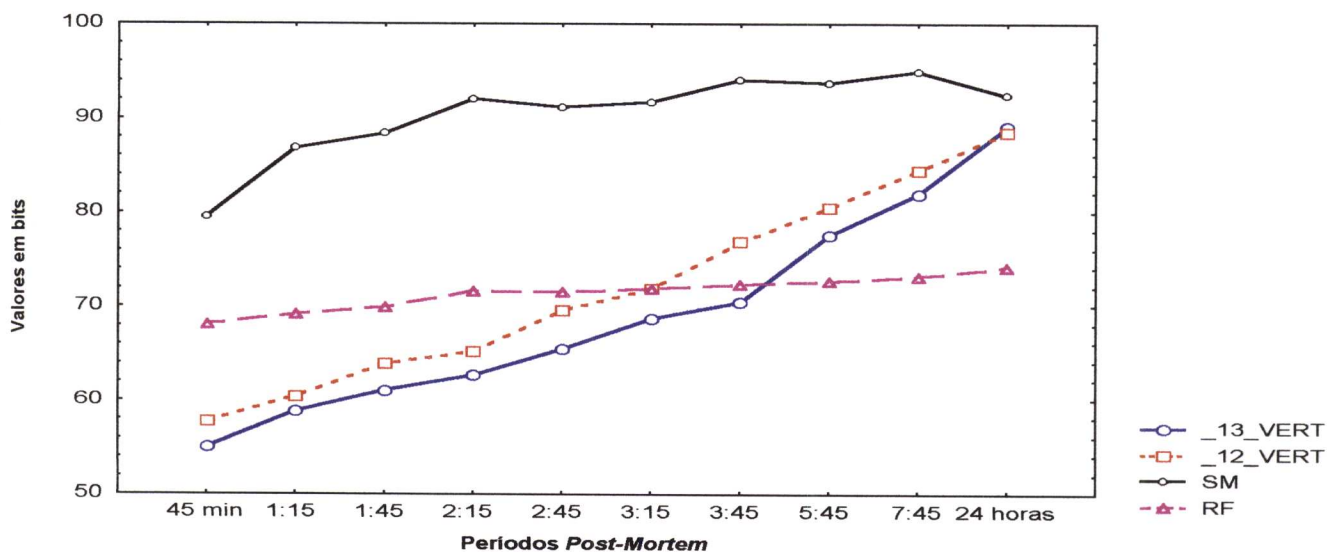


Gráfico 6: Comportamento das reflectâncias mensuradas através do sistema Hennessy GP4 em varias regiões anatômicas e períodos *póst-mortem* em 82 carcaças suínas

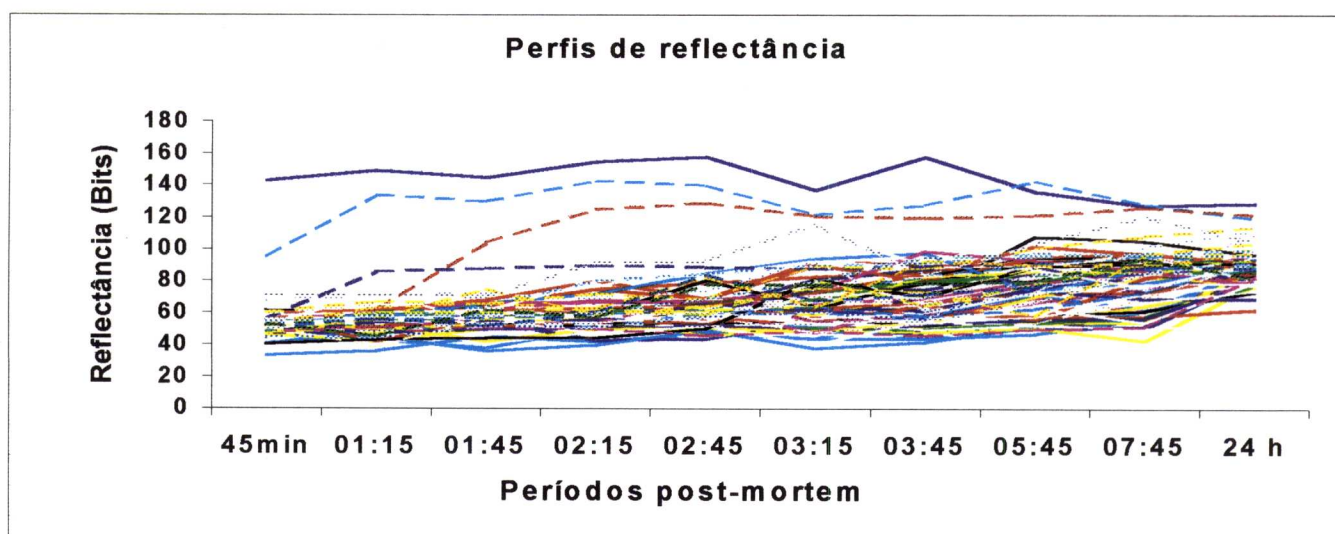


Gráfico 7: Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na 13^o vértebra torácica em diversos períodos *post mortem* (82 carcaças).

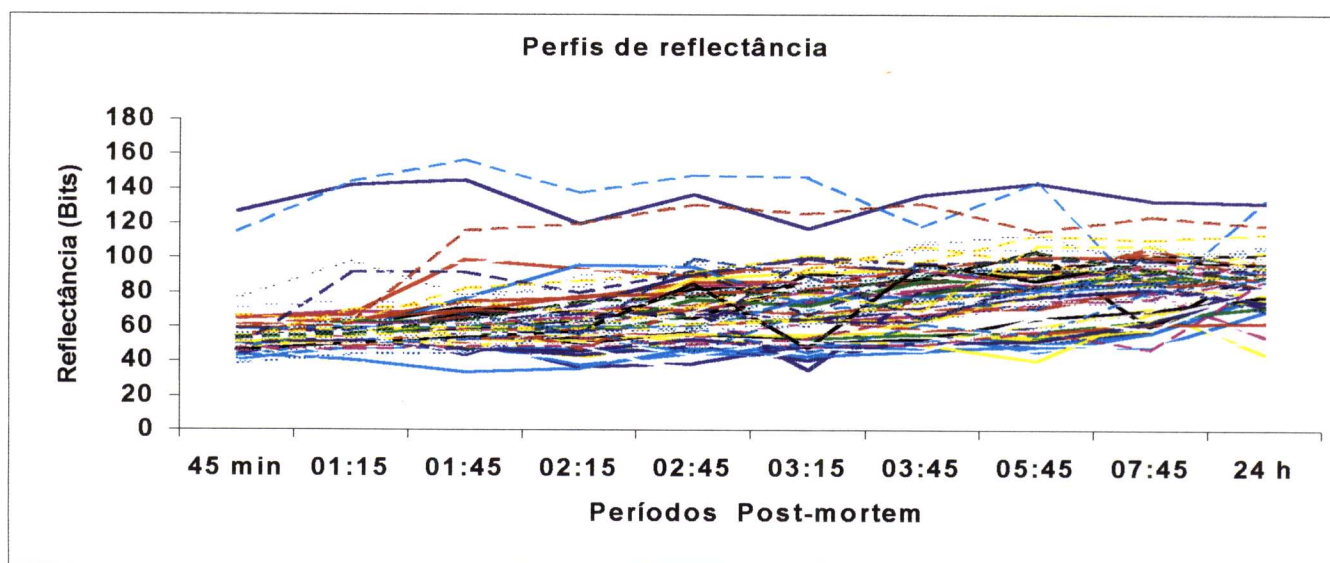


Gráfico 8 : Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na 12^o vértebra torácica em diversos períodos *post mortem* (82 carcaças).

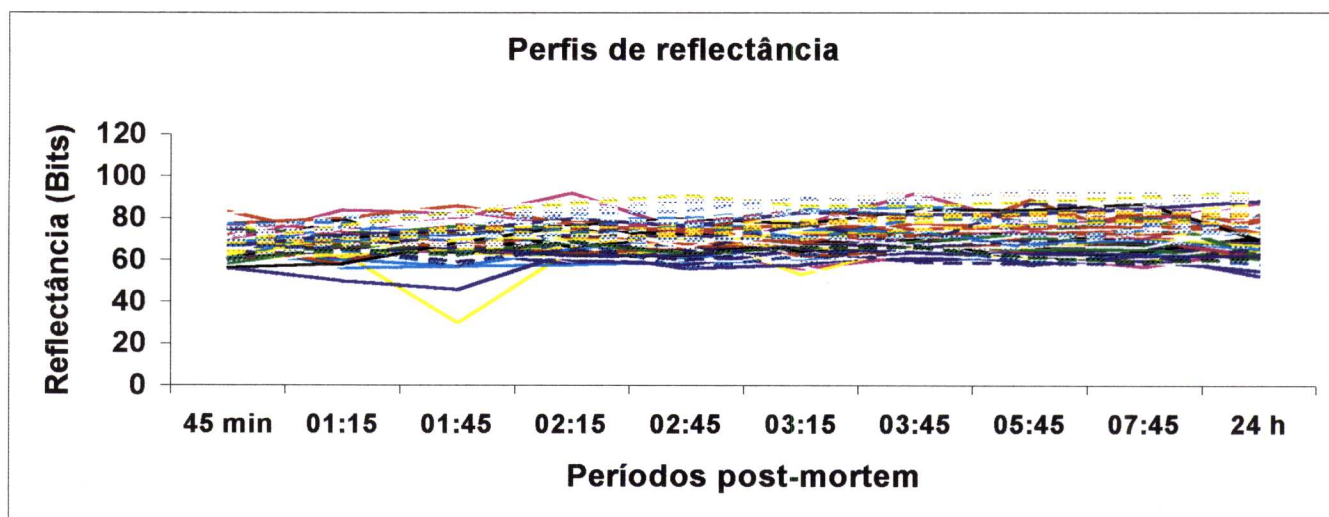


Gráfico 9 : Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na região do pernil (*rectus femoris*) em diversos períodos *post mortem* (82 carcaças).

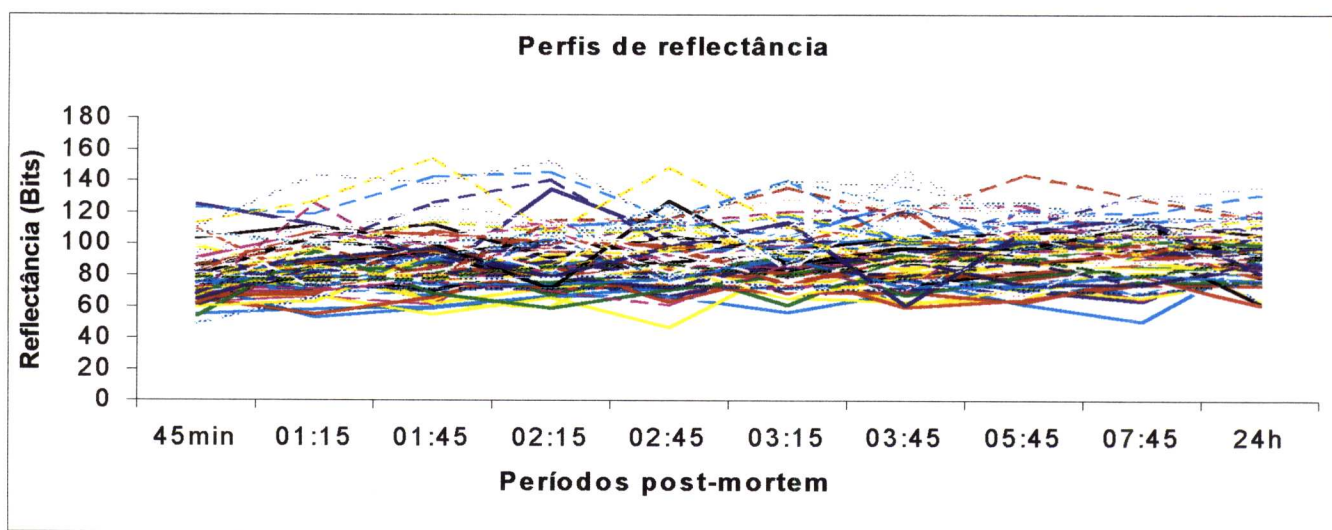


Gráfico 10 : Comportamento das reflectância obtidas através de sonda óptica (Hennessy GP4) na região do pernil (*semimembranosus*) em diversos períodos *post mortem* (82 carcaças).

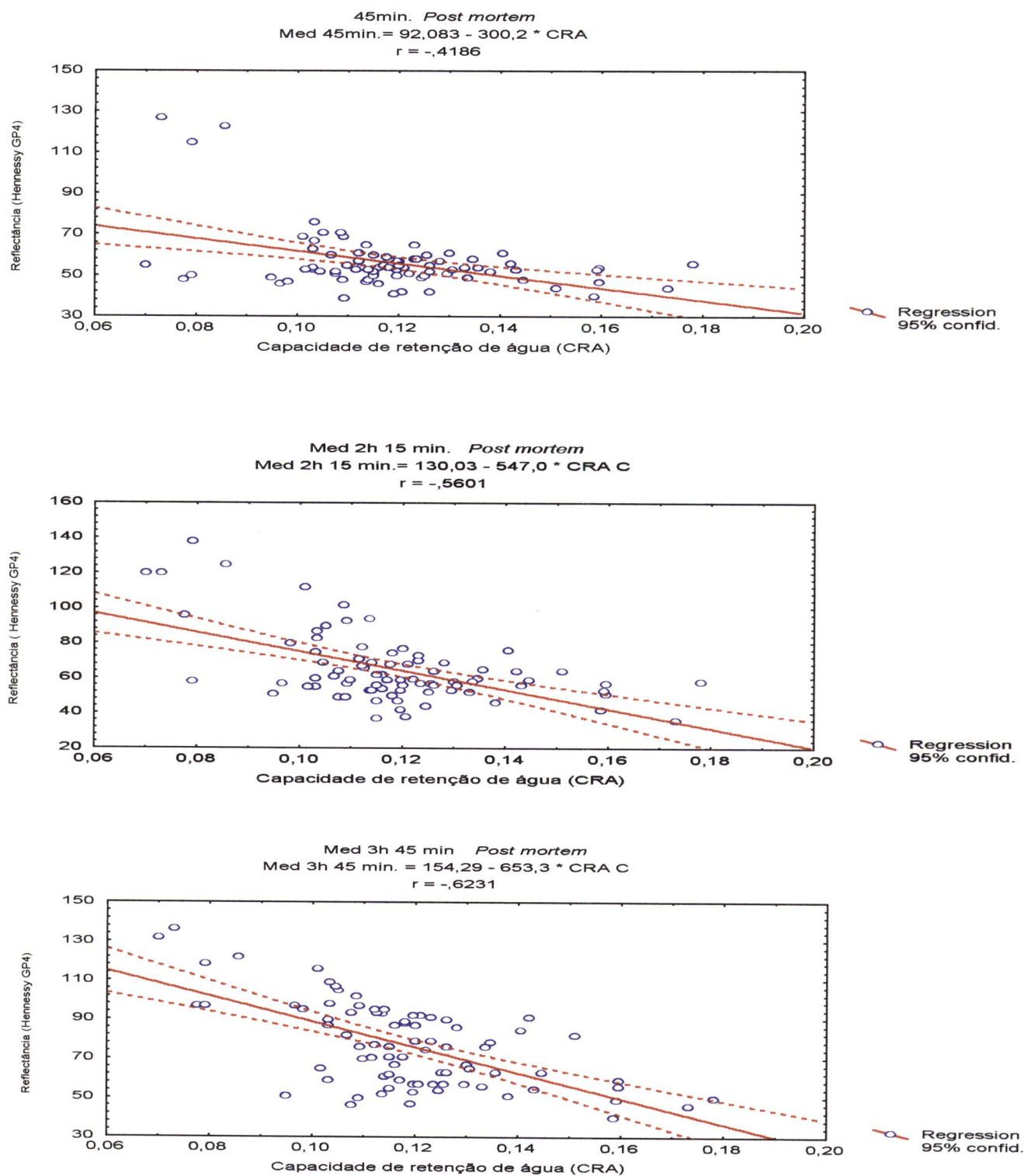


Gráfico 11: Equações de regressão e correlações entre os valores de reflectância (45min, 2:15 e 3:45) *post mortem* com a capacidade de retenção de água na 12^o vértebra torácica.

5.2.2 CORRELAÇÕES ENTRE AS MEDIDAS DE REFLECTÂNCIA (HENNESSY GP4) E OUTRAS MENSURAÇÕES

5.2.2.1 MEDIDAS DE PH

Mensurações de pH e reflectância óptica têm sido utilizados como indicativos da condição PSE em vários estudos: EIKELENBOOM et al.(1996); GARRIDO et al.(1996); van der Wal et al.(1995); WARNER et al.(1992); CHIZZOLINI et al.(1993). Grande progresso tem sido realizado na elucidação de como aspectos genéticos podem provocar mudanças na concentração de Ca^{++} no retículo sarcoplasmático, determinando uma rápida glicólise e desenvolvimento da condição PSE. (Mac Lennan citado por SWATLAND et al.1995).

A magnitude da resposta óptica sobre a miofibrila (reflectância e refração), quando os valores de pH variaram entre 5 a 7, raramente incrementaram em 0,1 unidades as mensurações de reflectância em vários comprimentos de onda (400 a 700 nm), mas puderam detectar cerca de 40% do total de carcaças com valores de reflectância considerados normais e com baixos valores de pH. (SWATLAND et al.1995).

SWATLAND et al.(1995) complementaram que em casos severos da condição PSE, o efeito da variação do pH sobre as miofibrilas pode aumentar em 0,04 unidades o valor de reflectância, concluindo que a principal causa de variação dos valores de reflectância foi determinada pela precipitação protéica.

As **Tabelas 6, 7, 8, e 9** contém os coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância luminosa (Hennessy GP4) e pH avaliados no lombo e pernil em função do período *post mortem*.

As correlações apresentadas evidenciam uma forte associação entre os parâmetros considerados, excetuando-se o período de 24:00 horas *post mortem*. Provavelmente essa variação ocorreu devido as condições em que se encontrava

Tabela 6: Coeficientes de correlação entre valores de reflectância e pH em vários períodos *post-mortem* mensurados na 12^o vértebra torácica em 82 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	P H 1 ^o hora	P H 2 ^o hora	p H 4 ^o hora	p H 6 ^o hora	P H 8 ^o hora	P H 24 ^o hora
45min	-0,46	-0,33	-0,23	-0,20	-0,15	-0,06
1:15	-0,57	-0,41	-0,30	-0,28	-0,23	-0,11
1:45	-0,63	-0,49	-0,37	-0,37	-0,28	-0,12
2:15	-0,68	-0,55	-0,45	-0,40	-0,30	-0,08
2:45	-0,67	-0,56	-0,48	-0,45	-0,36	-0,12
3:15	-0,57	-0,52	-0,44	-0,45	-0,34	-0,18
3:45	-0,69	-0,60	-0,57	-0,56	-0,44	-0,26
5:45	-0,62	-0,55	-0,57	-0,54	-0,44	-0,28
7:45	-0,57	-0,60	-0,67	-0,65	-0,52	-0,37
24:00	-0,53	-0,52	-0,45	-0,50	-0,46	-0,38

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$)

Tabela 7: Coeficientes de correlação entre valores de reflectância e pH em vários períodos *post-mortem* mensurados na 13^o vértebra torácica em 82 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	p H 1 ^o hora	P H 2 ^o hora	P H 4 ^o hora	p H 6 ^o hora	P H 8 ^o hora	P H 24 ^o hora
45min	-0,42	-0,29	-0,19	-0,20	-0,18	-0,04
1:15	-0,44	-0,31	-0,22	-0,23	-0,21	-0,05
1:45	-0,60	-0,44	-0,33	-0,29	-0,27	-0,02
2:15	-0,66	-0,52	-0,39	-0,35	-0,32	-0,10
2:45	-0,71	-0,57	-0,47	-0,42	-0,37	-0,11
3:15	-0,73	-0,65	-0,60	-0,54	-0,49	-0,19
3:45	-0,72	-0,70	-0,67	-0,58	-0,56	-0,19
5:45	-0,72	-0,68	-0,68	-0,61	-0,57	-0,28
7:45	-0,73	-0,70	-0,67	-0,67	-0,61	-0,30
24:00	-0,58	-0,51	-0,46	-0,52	-0,60	-0,51

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 8: Coeficientes de correlação entre valores de reflectância e pH em vários períodos *post-mortem* mensurados no músculo *semimembranosus* em 82 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	pH 1 ^o hora	pH 2 ^o hora	PH 4 ^o hora	pH 6 ^o hora	pH 8 ^o hora	PH 24 ^o hora
45min	-0,16	-0,24	-0,13	-0,21	-0,07	-0,10
1:15	-0,29	-0,33	-0,20	-0,36	-0,20	-0,20
1:45	-0,45	-0,47	-0,30	-0,38	-0,26	-0,20
2:15	-0,39	-0,32	-0,29	-0,35	-0,28	-0,25
2:45	-0,39	-0,45	-0,39	-0,48	-0,44	-0,38
3:15	-0,44	-0,47	-0,41	-0,36	-0,37	-0,25
3:45	-0,33	-0,41	-0,39	-0,50	-0,42	-0,38
5:45	-0,38	-0,48	-0,47	-0,54	-0,45	-0,42
7:45	-0,46	-0,55	-0,55	-0,65	-0,58	-0,32
24:00	-0,37	-0,39	-0,34	-0,51	-0,46	-0,33

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 9: Coeficientes de correlação entre valores de reflectância e pH em vários períodos *post-mortem* mensurados no músculo *rectus femoris* em 82 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	pH 1 ^o hora	PH 2 ^o hora	pH 4 ^o hora	pH 6 ^o hora	pH 8 ^o hora	PH 24 ^o hora
45min	0,01	-0,01	0,07	-0,01	0,10	0,17
1:15	-0,18	-0,25	-0,09	-0,21	-0,03	0,00
1:45	-0,26	-0,28	-0,21	-0,23	-0,09	-0,02
2:15	-0,43	-0,50	-0,43	-0,36	-0,29	-0,23
2:45	-0,36	-0,47	-0,41	-0,41	-0,36	-0,41
3:15	-0,38	-0,50	-0,50	-0,49	-0,40	-0,30
3:45	-0,51	-0,59	-0,54	-0,59	-0,45	-0,41
5:45	-0,47	-0,54	-0,56	-0,60	-0,57	-0,48
7:45	-0,44	-0,57	-0,59	-0,62	-0,65	-0,57
24:00	-0,23	-0,37	-0,33	-0,43	-0,42	-0,43

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

as regiões musculares avaliadas após sucessivas inserções com a sonda óptica.

De maneira geral, as melhores correlações ocorreram após o período de 2:00 horas *post mortem* e mostraram uma tendência de aumentar com o período *post mortem*. Em relação ao local de mensuração, destaca-se a 12^o vertebra torácica, que evidenciou uma forte associação entre os valores de pH e reflectância.

Coefficientes de correlação similares, entre valores de pH e mensurações através de sondas ópticas, foram encontradas por WARNER et al.(1995); van der Wal et al..(1995), porem coeficientes menores foram relatados por CHIZZOLINI et al.(1993), que trabalharam com um numero limitado de carcaças PSE, o que provavelmente limitou o seus valores de associação entre os aspectos estudados.

Valores de pH e reflectância luminosa têm sido utilizados por diversos autores como indicadores de qualidade da carne suína. (MURRAY, et al.1990; CHIZZOLINI, et al.1991 a; WARNER, et al.1992; BROWN, et al.1992; BUDIG, et al.1992 e FERNADEZ, et al.1992; CHIZZOLINNI, et al.1993 b; KADIM, et al.1993; HOVENIER, et al.1993; BARTON-GADE, et al.1993; GARRIDO, et al.1995; van der Wal, et al.1995; SWATLAND, et al.1995 e GARRIDO, et al.1996.

5.2.2.2 MEDIDAS DE COR (CIE lab)

MURRAY et al. (1989); KAUFFMAN et al.(1991); WARNER et al.(1992); EIKELENBOOM et al.(1992),CHIZZOLINI et al.(1993 a); CHIZZOLINI et al.(1993 b); HOVENIER et al.(1993); vaan laack et al.(1994); van der WAL et al.(1995); van OECKEL et al.(1997) utilizaram as mensurações de cor L*, a*, b*, na tentativa de compreender os aspectos qualitativos da carne ligados à capacidade de retenção de água e as condições PSE e DFD. Segundo CHIZZOLINI et al. (1993 b), dentre as mensurações de cor, a medida de luminosidade L* é uma das mais importantes mensurações relacionadas à condição PSE e a capacidade de retenção de água

em carcaças suínas.

No **Gráfico 12**, pode-se visualizar a distribuição dos valores L^* , nos mesmos locais de inserção da sonda óptica (12^o e 13^o vértebras torácicas, *semimembranosus* e *rectus femoris*) no período de 24^a hora *post mortem*.

Visualizando a distribuição de valores L^* para a região do *longissimus dorsi* (12^o e 13^o vértebras torácicas), observa-se menores valores de luminosidade em comparação com as mensurações realizadas na região do músculo *semimembranosus*, pois a grande maioria dos dados 81% (12^o vértebra torácica) e 85 % (13^o vértebra torácica) apresentam valores L^* em uma faixa de 44 a 52, enquanto que 84% das mensurações da região do *semimembranosus* situam-se em uma faixa de 48 a 60, demonstrando uma maior susceptibilidade à condição PSE. Entretanto os dados obtidos na região do músculo *rectus femoris* não apresentaram o mesmo comportamento, pois 61% dos valores L^* obtidos situam-se na faixa de 44 a 50 e 26% na faixa de 36 a 44, apresentando um comportamento similar as mensurações realizadas no músculo *longissimus dorsi*.

Valores de luminosidade L^* e porcentagem de perda por exsudação parecem ser bons indicativos de qualidade da carne, segundo KAUFFMAN et al.(1993) e van Laack et al. (1994). Estes autores propuseram a seguinte classificação para a qualidade do lombo de suínos :

- PSE = valor L^* > 58 e % Drip > 5%
- RSE= valor L^* 52 a 58 e % Drip > 5%
- PFN = valor L^* > 58 e % Drip < 5%
- RFN = valor L^* 52 a 58 e % Drip < 5%
- DFD = valor L^* < 52 e % Drip < 5%

Onde:

PSE = Carne pálida, macia e exsudativa
RSE = Carne vermelha, macia e exsudativa
PFN = Carne pálida, firme e normal
RFN = Carne vermelha, firme e seca
DFD = Carne escura, firme e seca

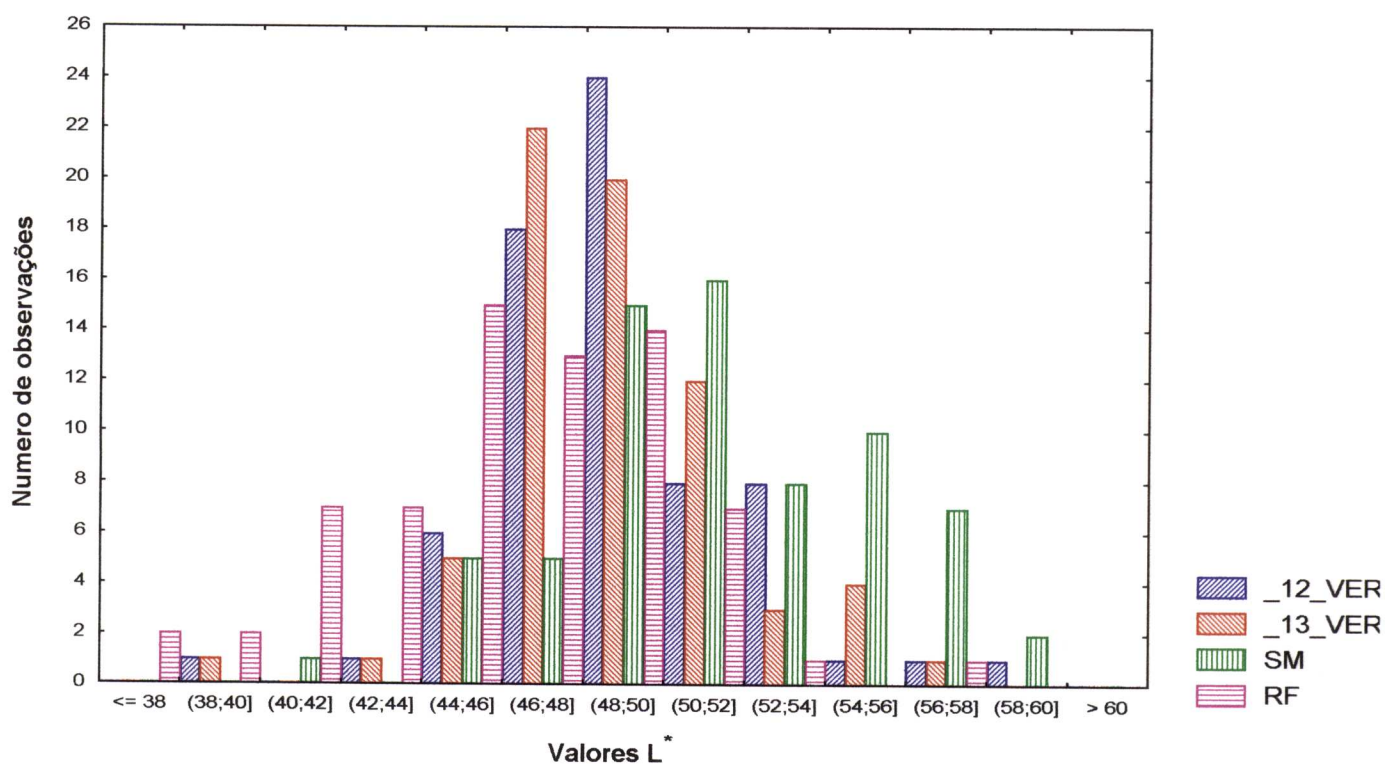
Nas Tabelas 10,11,12 e 13, observa-se os coeficientes de correlação obtidos entre as mensurações de cor L*, a*, b*, realizadas em colorímetro Minolta no período de 24:00 horas *post mortem* e os valores de reflectância luminosa obtidos através de sonda óptica (Hennessy GP4) em diversos locais e períodos *post mortem*.

A composição de cor L*, a*, b* apresentada pelos músculos estudados revelaram que os coeficientes de correlação da luminosidade L* foram melhores do que os teores de vermelho a* e amarelo b*. Quanto ao local de mensuração, a região do lombo apresentou certa superioridade em relação a do pernil em todos os períodos *post mortem* intensificando-se a partir do período de 3:00 horas.

Os dados do presente trabalho corroborou com aqueles obtidos por WARNER et al.(1992) e van OECKEL et al.(1997).

MURRAY et al.(1989) e EIKELENBOOM et al.(1991), obtiveram coeficientes de correlação um pouco maiores ($r > 0,70$ $p < 0,05$) quando associaram os valores L* obtidos por colorimetria no período de 24:00 horas *post mortem* com avaliações subjetivas das condições PSE e DFD.

CHIZZOLINI et al.(1995), baseados na análises de componentes principais, concluíram que as mensurações de cor L*, a*, b* na 24^a hora *post mortem* demonstraram grande importância na identificação dos grupos de qualidade no qual as carcaças foram classificadas e encontraram correlações semelhantes às deste trabalho, quando associou os valores obtidos por sonda óptica aos 45 min *post mortem* e os valores L* no período de 24:00 horas *post mortem* no músculo *semimembranosus*.



Onde:

12 Vert = 12^o vértebra torácica

13 Vert = 13^o vértebra torácica

SM = músculo *semimembranosus*

RF= músculo *rectus femoris*

Gráfico 12: Distribuição dos valores de luminosidade L^* obtidos no período de 24:00 horas pós-mortem no pernil e lombo de 69 carcaças suínas.

Tabela 10: Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post-mortem* na 12^o vértebra torácica em 69 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	Valor (L)	Valor (a)	Valor (b)
45min	0,43	0,24	0,50
1:15	0,48	0,34	0,45
1:45	0,53	0,40	0,48
2:15	0,51	0,37	0,38
2:45	0,51	0,34	0,41
3:15	0,56	0,25	0,30
3:45	0,52	0,40	0,41
5:45	0,59	0,34	0,41
7:45	0,48	0,25	0,34
24:00	0,64	0,38	0,35

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 11: Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post-mortem* na 13^o vértebra torácica em 69 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	Valor (L)	Valor (a)	Valor (b)
45min	0,50	0,31	0,43
1:15	0,54	0,36	0,39
1:45	0,57	0,45	0,43
2:15	0,56	0,47	0,48
2:45	0,55	0,47	0,46
3:15	0,59	0,41	0,36
3:45	0,57	0,53	0,48
5:45	0,60	0,43	0,38
7:45	0,60	0,39	0,38
24:00	0,69	0,26	0,39

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 12: Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post-mortem* no músculo *semimembranosus* em 69 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	Valor (L)	Valor (a)	Valor (b)
45min	0,33	-0,01	0,21
1:15	0,46	0,16	0,40
1:45	0,41	0,36	0,49
2:15	0,42	0,38	0,41
2:45	0,39	0,38	0,47
3:15	0,35	0,39	0,51
3:45	0,47	0,28	0,49
5:45	0,41	0,40	0,55
7:45	0,51	0,42	0,53
24:00	0,55	0,33	0,54

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Tabela 13: Coeficientes de correlação obtidos entre os valores de reflectância em vários períodos e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post-mortem* no músculo *rectus femoris* em 69 carcaças suínas.

Período <i>Póst-mortem</i>	Valor (L)	Valor (a)	Valor (b)
45min	0,33	-0,16	0,10
1:15	0,35	-0,18	0,06
1:45	0,48	-0,02	0,34
2:15	0,37	0,12	0,32
2:45	0,46	0,02	0,42
3:15	0,52	0,04	0,45
3:45	0,49	0,14	0,44
5:45	0,50	0,12	0,50
7:45	0,53	0,17	0,49
24:00	0,47	0,06	0,40

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

5.3 RELAÇÃO DO pH NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE ESTUDADAS

5.3.1 CORRELAÇÕES ENTRE AS MEDIDAS DE pH E ANÁLISES LABORATORIAIS

As **Tabelas 14, 15, 16, 17** apresentam as correlações existentes entre os dados obtidos através das análises laboratoriais de capacidade de retenção de água (CRA), porcentagem de gordura intramuscular e pigmentos totais com os valores de pH mensurados nas regiões do pernil e carrê em diversos períodos *post mortem*.

Os resultados estatísticos revelaram a existencia de uma melhor correlação entre os dados de capacidade de retenção de água (CRA) e pH; comportamento esse similar ao apresentado pela reflectância luminosa (**Tabelas 2, 3 e 4**).

Nas **Tabelas 14, 15, 16, 17** e **Gráfico 15**, visualiza-se uma nítida diminuição dos coeficientes de correlação entre os valores de CRA e pH no período de 24h *post mortem* em todos os pontos de mensuração, tanto na região do pernil como do carrê o que provavelmente ocorreu devido à condição em que se encontrava a musculatura após sucessivas mensurações no mesmo ponto.

No **Gráfico 13**, encontra-se a distribuição dos coeficientes de correlação, obtidos entre os valores de pH (45min, 4h e 6h) *post mortem* com os valores de capacidade de retenção de água na 12^o vértebra torácica. Embora a melhor correlação ocorreu aos 45 min. *post mortem* ($r= 0,52$ $p< 0,05$), observa-se um comportamento mais uniforme dos dados obtidos com a evolução do período *post mortem*, diferindo daquele apresentado pela reflectância luminosa (**Gráfico 11**).

Um panorama geral do comportamento dos valores de pH e suas correlações com a capacidade de retenção de água em função do período *post mortem* e músculos avaliados são ilustrados nos **Gráficos 14 e 15**.

Tabela 14: Coeficientes de correlação entre os valores de pH na 12^o vértebra torácica em vários períodos *post mortem* e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45 min.	0,16	0,44	-0,12	0,06	0,52	-0,35
1:45	0,13	0,46	-0,03	0,05	0,50	-0,26
3:45	0,29	0,46	-0,02	0,15	0,43	-0,15
5:45	0,25	0,42	0,03	0,14	0,44	-0,05
7:45	0,22	0,41	-0,07	0,16	0,45	-0,05
24:00	0,16	0,17	-0,01	0,11	0,12	0,08

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde:

Gordura = Porcentagem de gordura intramuscular

Pigmentos = Porcentagem de pigmentos totais

CRA= Capacidade de retenção de água (absorbância/g)

Tabela 15: Coeficientes de correlação entre os valores de pH na 13^o vértebra torácica em vários períodos *post mortem* e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45 min.	0,12	0,45	-0,10	0,02	0,48	-0,24
1:45	0,12	0,46	-0,04	0,01	0,49	-0,28
3:45	0,07	0,42	0,00	-0,04	0,42	-0,26
5:45	0,22	0,44	-0,05	0,13	0,44	-0,16
7:45	0,19	0,49	-0,08	0,13	0,49	-0,13
24:00	0,07	0,17	-0,08	-0,02	0,11	0,03

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde:

Gordura = Porcentagem de gordura intramuscular

Pigmentos = Porcentagem de pigmentos totais

CRA= Capacidade de retenção de água (absorbância/g)

Tabela 16: Coeficientes de correlação entre os valores de pH (músculo *semimembranoso*) em vários períodos *post mortem* e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45 min.	0,14	0,59	-0,29	0,02	0,55	-0,30
1:45	0,20	0,66	-0,21	0,08	0,52	-0,16
3:45	0,30	0,56	-0,15	0,17	0,41	-0,05
5:45	0,28	0,52	-0,11	0,22	0,44	-0,01
7:45	0,25	0,49	-0,21	0,27	0,43	0,02
24:00	0,13	0,24	-0,14	0,08	0,19	0,04

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde:

Gordura = Porcentagem de gordura intramuscular

Pigmentos = Porcentagem de pigmentos totais

CRA= Capacidade de retenção de água (absorbância/g)

Tabela 17: Coeficientes de correlação entre os valores de pH (músculo *rectus femoris*) em vários períodos *post mortem* e análises laboratoriais do lombo e pernil em 73 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
45 min.	0,17	0,52	-0,29	-0,00	0,35	-0,13
1:45	0,19	0,53	-0,32	0,05	0,39	-0,17
3:45	0,31	0,47	-0,17	0,17	0,34	-0,09
5:45	0,22	0,47	-0,09	0,11	0,39	-0,09
7:45	0,18	0,46	-0,11	0,19	0,34	-0,08
24:00	0,14	0,23	-0,27	0,10	0,15	0,00

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde:

Gordura = Porcentagem de gordura intramuscular

Pigmento s= Porcentagem de pigmentos totais

CRA= Capacidade de retenção de água (absorbância/g)

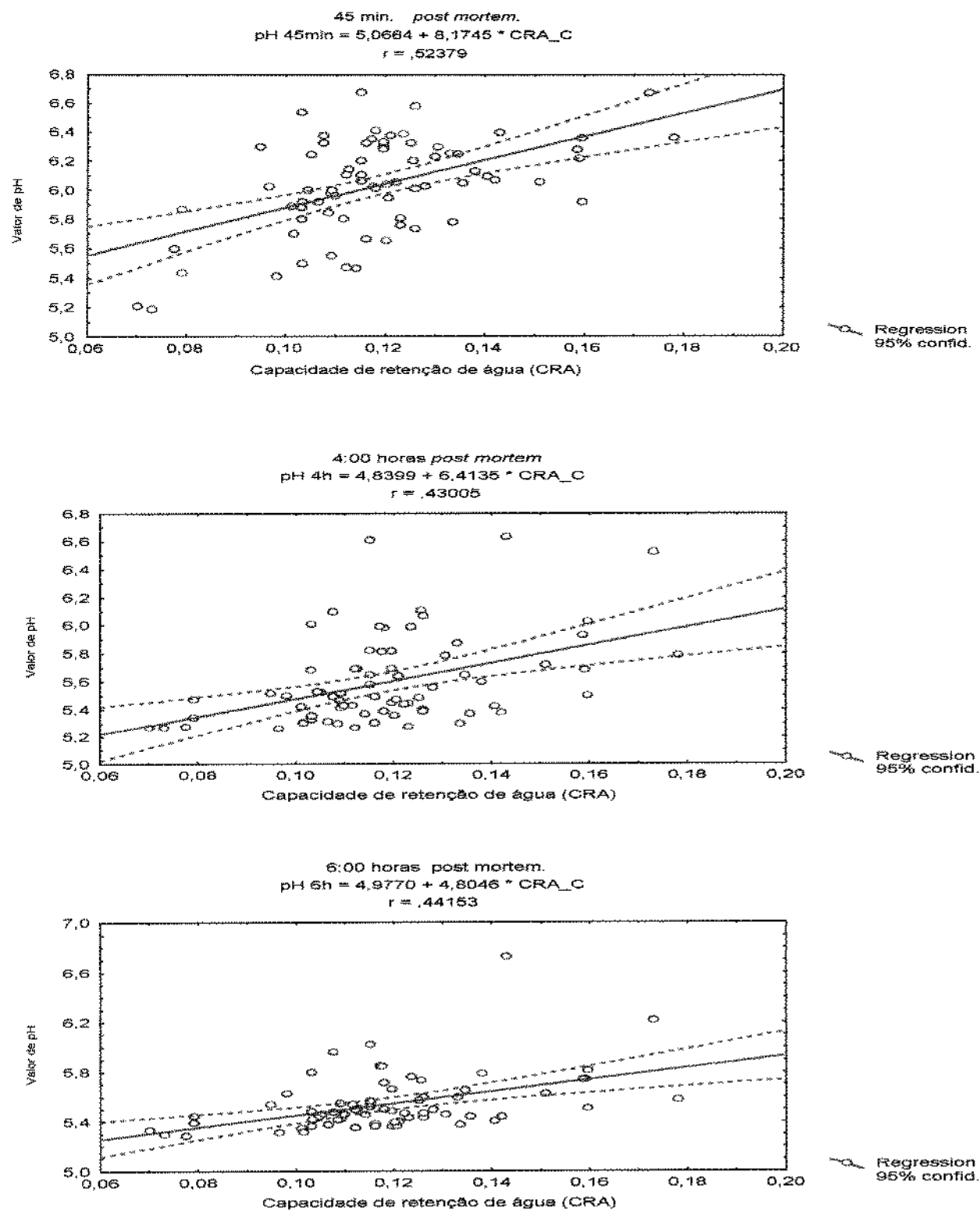


Gráfico 13 : Equações de regressão e correlações entre os valores de pH (45min, 4h e 6h) *post-mortem* e capacidade de retenção de água na 12^o vértebra torácica.

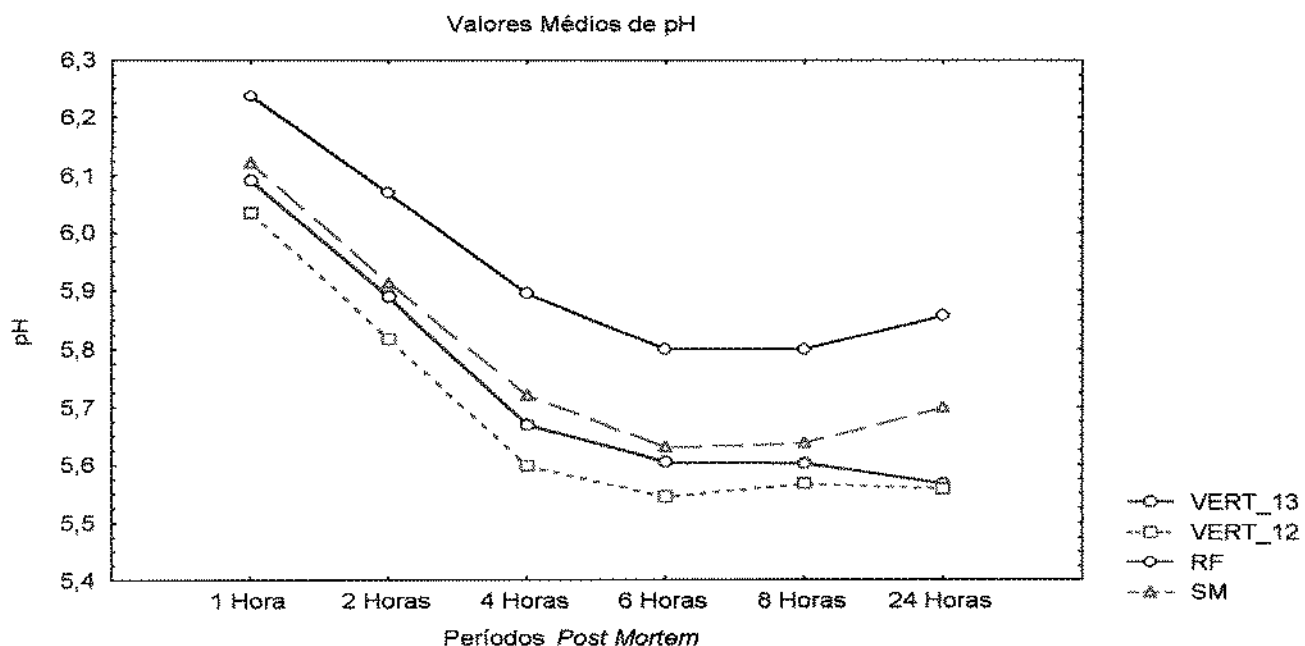


Gráfico 14 : Valores médios de pH obtidos em diferentes locais de mensuração e períodos *post-mortem* (N= 73 carcaças suínas)

Onde:

12^o Vert. = 12^o Vértebra Torácica

13^o Vert. = 13^o Vértebra Torácica

SM = *semimembranoso*

RF = *rectus femoris*

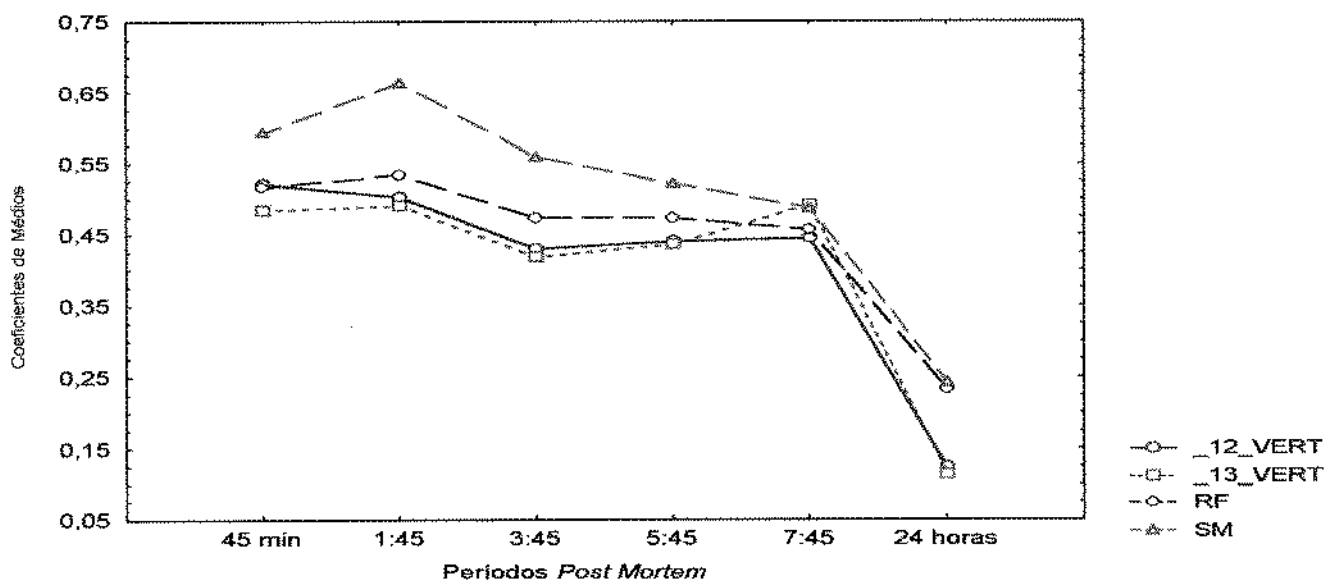


Gráfico 15: Comportamento dos coeficientes de correlação entre os valores de pH e a capacidade de retenção de água (CRA) em vários locais e períodos *post-mortem* (N= 73 carcaças suínas).

Quanto ao local de mensuração do pH, carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas) ou pernil (músculos *semimembranosus* e *rectus femoris*), observa-se que as melhores correlações com CRA foram obtidas na região do pernil, principalmente na região do músculo *semimembranosus*, diferindo assim do que ocorreu com a reflectância luminosa, que demonstrou melhores correlações no lombo.

O melhor período *post mortem* para diagnosticar a capacidade de retenção de água ($r=0,66$ $p<0,05$) foi de 1h 45min *post mortem* na região do pernil (músculo *semimembranosus*). Considerando a correlação obtida ($r=0,59$ $p<0,05$) aos 45min. *post mortem* no mesmo músculo, pode-se dizer que existe um potencial para diagnosticar a qualidade da carne (capacidade de retenção de água) a partir dos valores de pH obtidos na primeira hora *post mortem*.

Quanto aos valores de pigmentos totais e gordura intramuscular, ambos os locais de mensuração (pernil ou carrê) demonstraram correlações não significantes quando associadas aos valores de pH, demonstrando um comportamento semelhante aos coeficientes de correlação entre reflectância luminosa (Hennessy GP4) e conteúdo de gordura ou pigmentos. (**Tabelas 02, 03, 04 e 05**).

5.3.2 CORRELAÇÕES ENTRE AS MEDIDAS DE pH E MENSURAÇÕES DE COR (CIE Lab)

Os coeficientes de correlação entre os valores de pH mensurados no carrê (12^o e 13^o vértebras torácicas) e pernil (*semimembranosus* e *rectus femoris*) com medidas de cor L*, a*, b* em vários horários *post mortem*, são apresentadas nas **Tabelas 18, 19, 20 e 21**.

Nas correlações entre os valores de pH e luminosidade L*, observa-se a superioridade do lombo em relação ao pernil, demonstrando um comportamento similar aos coeficientes de correlação entre os valores L* e as mensurações de

Tabela 18: Coeficientes de correlação entre os valores de pH na 12^o vértebra torácica em vários períodos *post mortem* e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post mortem* em 65 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	L*	a*	b*
45 min.	-0,30	-0,53	-0,43
1:45	-0,28	-0,46	-0,33
3:45	-0,33	-0,36	-0,32
5:45	-0,50	-0,25	-0,34
7:45	-0,50	-0,29	-0,29
24:00	-0,46	-0,04	-0,28

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde

(L*) = luminosidade

(a*) = vermelho ao verde

(b*) = amarelo ao azul

Tabela 19: Coeficientes de correlação entre os valores de pH na 13^o vértebra torácica em vários períodos *post mortem* e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post mortem* em 65 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	L*	a*	b*
45 min.	-0,40	-0,50	-0,47
1:45	-0,43	-0,52	-0,38
3:45	-0,36	-0,37	-0,30
5:45	-0,48	-0,45	-0,30
7:45	-0,54	-0,41	-0,34
24:00	-0,47	0,00	-0,20

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde

(L*) = luminosidade

(a*) = vermelho ao verde

(b*) = amarelo ao azul

Tabela 20: Coeficientes de correlação entre os valores de pH no músculo *semimembranoso* em vários períodos *post mortem* e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post mortem* em 65 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	L*	a*	b*
45 min.	-0,18	-0,39	-0,30
1:45	-0,19	-0,42	-0,38
3:45	-0,27	-0,26	-0,37
5:45	-0,45	-0,30	-0,51
7:45	-0,36	-0,35	-0,56
24:00	-0,48	-0,04	-0,47

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde

(L*) = luminosidade

(a*) = vermelho ao verde

(b*) = amarelo ao azul

Tabela 21: Coeficientes de correlação entre os valores de pH no músculo *rectus femoris* em vários períodos *post mortem* e mensurações de cor L*, a*, b* no período de 24 horas *post mortem* em 65 carcaças suínas.

Período <i>Post mortem</i>	L*	a*	b*
45 min.	-0,27	-0,20	-0,33
1:45	-0,20	-0,34	-0,40
3:45	-0,25	-0,38	-0,53
5:45	-0,28	-0,36	-0,49
7:45	-0,31	-0,37	-0,55
24:00	-0,38	-0,22	-0,56

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde

(L*) = luminosidade

(a*) = vermelho ao verde

(b*) = amarelo ao azul

reflectância (**Tabelas 10, 11, 12 e 13**). Este fato não é tão evidente quando considera-se as correlações obtidas para o teor de vermelho a^* e amarelo b^* .

Observa-se ainda uma diminuição dos coeficientes de correlação obtidos para os teores de amarelo b^* e vermelho a^* na região do lombo no período de 24:00 horas *post mortem*. Este fato, provavelmente esteja associado com a condição da musculatura após sucessivas mensurações.

Na tentativa de correlacionar valores de pH no período de 45 min. *post mortem* e valores de luminosidade L^* no período de 24h *post mortem*, KAUFFMAN et al. (1993); van der Wal et al.(1995) e Van Oeckel et al. (1997) obtiveram coeficientes de correlação similares ao do presente trabalho, ($r = -0,6$ $p < 0,01$), ($r = -0,36$ $p < 0,01$) e ($r = -0,28$ $p < 0,05$), respectivamente.

Coefficientes um pouco maiores aos apresentados no presente trabalho foram obtidos por WARNER et al.(1992); GARRIDO et al. (1995) e JOACHIM.(1996), quando as associações entre valores L^* 24h *post mortem* e pH 45min *post mortem* do pernil (*semimembranosus*), porém coeficientes menores ($r = -0,15$ $p < 0,005$), foram obtidas por CHIZZOLINI et al.(1992) quando as medidas foram feitas no carrê.

5.4 RELAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS DE COR (CIE Lab) E ANÁLISES LABORATORIAIS

Na **Tabela 22**, são apresentadas as correlações obtidas entre os valores de cor L^* , a^* , b^* mensurados no período de 24h *post mortem* com as análises laboratoriais de capacidade de retenção de água (CRA), porcentagem de gordura intramuscular e porcentagem de pigmentos totais tanto na região do pernil como do carrê.

Dentre as correlações obtidas as mais expressivas foram as obtidas entre os valores L^* , a^* , b^* e CRA, valores a^* e porcentagem de pigmentos totais também demonstraram uma certa associação.

Tabela 22: Coeficientes de correlação entre os valores de cor (L^* , a^* , b^*) no período de 24:00 horas *post-mortem* em diferentes locais (lombo e pernil) e análises laboratoriais em 69 carcaças suínas.

LOCAL	Gordura (pernil)	CRA (pernil)	Pigmentos (pernil)	Gordura (lombo)	CRA (lombo)	Pigmentos (lombo)
12 ^o vert. L^*	-0,21	-0,37	-0,14	-0,15	-0,41	-0,03
13 ^o vert. L^*	-0,26	-0,35	-0,22	-0,13	-0,46	-0,04
SM L^*	0,01	-0,21	-0,05	0,15	-0,15	0,04
RF L^*	-0,29	-0,29	-0,07	-0,19	-0,24	-0,25
12 ^o vert. a^*	0,13	-0,27	0,28	0,21	-0,44	0,63
13 ^o vert. a^*	0,03	-0,35	0,20	0,09	-0,46	0,54
SM a^*	-0,03	-0,45	0,42	0,01	-0,40	0,33
RF a^*	-0,10	-0,29	0,28	-0,04	-0,28	0,37
12 ^o vert. b^*	0,04	-0,12	0,21	0,10	-0,34	0,26
13 ^o vert. b^*	0,05	-0,15	0,09	0,09	-0,34	0,18
SM b^*	0,10	-0,29	0,21	0,11	-0,22	0,14
RF b^*	-0,22	-0,22	0,16	-0,14	-0,26	0,05

Negrito = correlações significativas ($p < 0,05$).

Onde:

12^o vert. = 12^o vértebra torácica;

13^o vert. = 13^o vértebra torácica;

SM = músculo *semimembranoso*

RF = músculo *rectus femoris*

Gordura = Porcentagem de gordura intramuscular

CRA = Capacidade de retenção de água (absorbância/g)

Pigmentos = Porcentagem de pigmentos totais (ppm)

Em relação aos valores de luminosidade L^* e CRA, os coeficientes de correlação foram similares aos encontrados entre os valores de reflectância luminosa e CRA, porém as associações realizadas entre valores de reflectância e porcentagem de pigmentos totais demonstraram coeficientes inferiores em relação a associação obtida entre a porcentagem de pigmentos e valores a^* e b^* obtidos no período de 24h *post mortem*, na região do carrê. (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

WARNER et al.(1992) seguindo a mesma linha de raciocínio obteve coeficientes de correlação variando de ($r= 0,18$ $p< 0,01$) a ($r= 0,38$ $p< 0,001$), quando associou valores L^* com os valores de perda por exsudação no período de 72 h *post mortem*. EIKELENBOOM et al.(1992), obteve valores de correlação em uma faixa de ($r= -0,68$ a $-0,75$ $p< 0,05$), quando associou valores L^* com valores obtidos através de avaliações subjetivas para a condição PSE.

5.5 EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE ESTUDADAS.

O Gráfico 16 ilustra a redução da temperatura avaliada no pernil e carrê em função do período *post mortem*.

Para conciliar a frequência das leituras, as condições operacionais do abatedouro e o retorno à câmara fria, as carcaças foram mantidas em um tendal próximo as câmaras durante as leituras de reflectância luminosa e pH. Esse procedimento resultou em uma diminuição na velocidade de resfriamento durante as primeiras horas *post mortem*.

LONG et al.(1990); von Seth et al.(1991); FELHUSEN et al.(1992); van der Wal et al. (1993) e FERNANDEZ et al.(1994) estudaram os efeitos da temperatura de resfriamento relacionados aos aspectos de qualidade de carcaças suína.

Segundo von Seth et al.(1991), a temperatura de resfriamento da carcaça, parece ter um efeito importante nos valores de solubilidade protéica (CRA) e

reflectância, medida com sonda de fibras óptica. Os autores demonstraram que a influência da temperatura no desenvolvimento da condição PSE é variável conforme o músculo analisado, pois o músculo *longissimus dorsi* apresentou a condição PSE quando a temperatura atingiu 30°C, entretanto uma temperatura de 35°C foi necessária para proporcionar o mesmo nível de dano no músculo *rectus femoris*. Temperaturas acima de 39°C produziram sérios casos de PSE em ambos os músculos estudados, sendo que a diminuição da solubilidade protéica (CRA) teve início com valores de temperatura acima de 20°C para o músculo *longissimus dorsi* e 35°C para o músculo *rectus femoris*.

FERNADEZ et al.(1994), demonstraram que carcaças com temperaturas acima de 35°C, resultaram em um dramático aumento nos valores de reflectância obtidos no período de 24h *post mortem* e uma significativa redução da capacidade de retenção de água, porém outras características como: perdas durante o cozimento, comprimento do sarcômero e perda por exsudação não variaram significativamente com o aumento da temperatura no mesmo estudo.

LONG et al.(1990) estudando o efeito de diferentes formas de resfriamento de carcaças suínas, observou que carcaças mantidas em túnel de resfriamento a (-20°C/2h), antes do resfriamento convencional (3°C), apresentaram menores perdas por evaporação e perda por exsudação na região do pernil, entretanto FELDHUSEN et al.(1992), não encontraram qualquer influência nos aspectos de maciez da carne suína, quando a mesma foi submetida ao resfriamento ultrarrápido (-20°C / 35 min).

Embora, como discutido anteriormente, a temperatura de resfriamento da carcaça possua uma forte influência na integridade das miofibrilas, não foi possível observar uma relação entre os valores de reflectância luminosa (Hennesy GP4), e os valores de temperatura. Por outro lado as carcaças estudadas foram mantidas nas mesmas condições de trabalho o que diminuiu a variabilidade.

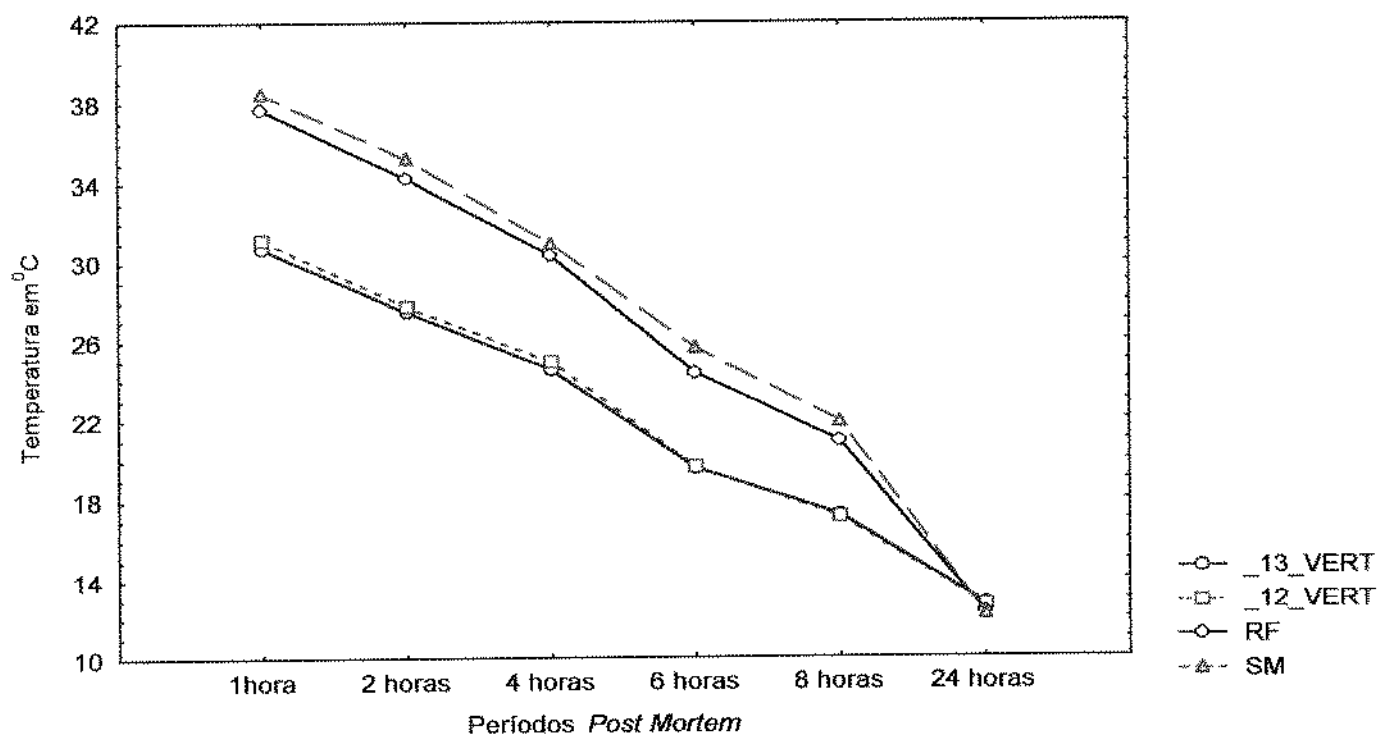


Gráfico 16: Valores médios de temperatura em °C obtidos em 69 carcaças suínas nas regiões musculares estudadas.

Onde :

12 vert = 12^o vértebra torácica

13 vert.= 13^o vértebra torácica

RF = músculo *rectus femoris*

SM = músculo *semimembranoso*

5.6 ANÁLISE DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE QUALIDADE ESTUDADOS ATRAVÉS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA.

As **Tabelas 23, 24, 25 e 26** contêm os coeficientes de regressão múltipla, do presente trabalho, relativos as mensurações de pH, reflectância (Hennesy GP4), cor (L^* , a^* , b^*) e temperatura mensurados na região do carrê (12^o vértebra torácica), em relação a capacidade de retenção de água (CRA), como variável dependente.

Os resultados estatísticos mostram que inicialmente (45min. *post mortem*) os coeficientes relativos as mensurações de pH foram mais significativos em relação aos de reflectância (Hennesy GP4), porém nos demais horários os coeficientes relativos as mensurações de reflectância apresentaram um comportamento inverso. Observa-se ainda que a análise de regressão múltipla, nos fornece resultados mais precisos visto que, esta metodologia leva em consideração os valores de variância e co-variância em seus cálculos, ao contrário do ocorrido com os cálculos de correlação que consideram somente as variâncias.

Aspectos relativos a associação de mensurações na tentativa de melhorar os coeficientes de regressão também podem ser abordados através desta técnica.

Nas **Tabelas 27, 28, 29 e 30**, observa-se os resultados (pH, reflectância, cor e temperatura em relação a capacidade de retenção de água como variável dependente) de regressão múltipla utilizando dados de mensurações realizadas na região do pernil (*semimembranosus*). Os coeficientes de regressão obtidos nesta região, apresentaram um comportamento similar aos do carrê, porem apresentaram coeficientes numericamente inferiores, demonstrando que em relação as mensurações de reflectância a região do carrê apresentou melhores resultados que a do pernil, confirmando os resultados anteriores obtidos por correlações simples.

Alguns autores como GARRIDO et al.(1994 b) e KARLSSON (1992), na tentativa de analisar mensurações objetivas, obtidas por sondas ópticas em carcaças suínas, utilizaram alguns recursos estatísticos mais refinados como: coeficientes de regressão múltipla e análises de componentes principais, na tentativa de melhor compreender a inter-relação dos diferentes indicadores de qualidade estudados.

Segundo KARLSSON (1992), através da análise de componentes principais pode-se elaborar funções lineares das mensurações ou componentes principais quando um grande número de mensurações são realizadas. O autor complementa que métodos estatísticos multivariados são de grande importância quando aspectos relativos a qualidade da carne são estudados ou quando um grupo de técnicas de mensuração são realizadas.

De acordo com GARRIDO et al.(1994 b), com a análise de componentes principais é possível sabermos qual a mensuração, dentro de um determinado grupo, proporciona a melhor informação relacionada aos aspectos qualitativos da carne. O autor conclui, que também é possível através da mesma análise obter funções que permitam classificar as amostras da carne analisada, confirmando as observações de KARLSSON A.(1992).

5.7 ANÁLISES DOS PRINCIPAIS INDICADORES DE QUALIDADE ATRAVÉS DA TÉCNICA DE COMPONENTES PRINCIPAIS.

Os resultados das análise de componentes principais, relativos as mensurações realizadas na região do carrê, estão contidos nas **Tabelas 31 e 32**.

Os dados estatísticos apresentados na **Tabela 31** mostram que dentre as 54 variáveis estudadas, destacam-se o pH (nas primeiras horas *post mortem*), reflectância luminosa, capacidade de retenção de água e algumas vezes temperatura como as mais significativas.

Tabela 23 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações na 12^o vértebra torácica. (N= 65 animais)
 $r = ,62390898$ $r^2 = ,38926241$ r^2 ajustado $,34854658$.
 $F(4,60) = 9,5605$ $p < ,000005$ erro padrão do estimado: $,01734$

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			0,009	0,073	0,118	0,90682
pH 45min	0,443	0,117	0,029	0,008	3,777	0,00037
HGP 45 min	-0,129	0,122	0,000	0,000	-1,058	0,29446
L* 24h	-0,203	0,111	-0,001	0,001	-1,818	0,07408
Temp. 45min	0,072	0,103	0,001	0,001	0,701	0,48591

Onde:

pH 45 min = Valor de pH obtido no período de 45 min *post mortem*

HGP 45 min = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 aos 45 min. *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 45 = Valor de temperatura em °C aos 45 min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 24 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações na 12^o vértebra torácica. (N= 65 animais)
 $r = ,67408086$ $r^2 = ,45438500$ r^2 ajustado = $,41801067$
 $F(4,60) = 12,492$ $p < ,000000$, erro padrão do estimado: $,01639$

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			0,076	0,066	1,143	0,25761
pH 1:45	0,275	0,113	0,018	0,008	2,433	0,01797
HGP 1:45	-0,431	0,126	0,000	0,000	-3,406	0,00118
L* 24h	-0,099	0,113	-0,001	0,001	-0,871	0,38703
Temp. 1:45	-0,013	0,098	0,000	0,001	-0,130	0,89674

Onde:

pH 1:45 = Valor de pH obtido no período de 1h 45min *post mortem*

HGP1:45 = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 aos 1h 45 min. *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 1:45 = Valor de temperatura em °C aos 1h 45min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 25 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações na 12^o vértebra torácica. (N= 65 animais)
 $r = ,67208835$ $r^2 = ,45170274$ r^2 ajustado = ,41514959
 $F(4,60)=12,357$ $p<,000000$ erro padrão do estimado: ,01643

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			0,126	0,067	1,871	0,06622
pH 3:45	0,151	0,120	0,011	0,009	1,253	0,21501
HGP 3:45	-0,528	0,130	-0,001	0,000	-4,054	0,00015
L* 24h	-0,078	0,111	-0,001	0,001	-0,703	0,48477
Temp. 3:45	0,002	0,097	0,000	0,001	0,017	0,98669

Onde:

pH 3:45 = Valor de pH obtido no período de 3h 45 min. *post mortem*

HGP 3:45 = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 aos 3h 45 min. *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 3:45 = Valor de temperatura em °C aos 3h 45 min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 26 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações na 12^o vértebra torácica. (N= 65 animais)
 $r = ,68370491$ $r^2 = ,46745240$ r^2 ajustado = ,43194923
 $F(4,60)= 13,166$, $p<,000000$, erro padrão do estimado = 0,1619

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			0,374	0,106	3,527	0,00081
pH 24h	-0,211	0,112	-0,029	0,015	-1,889	0,06369
HGP 24h	-0,748	0,127	-0,001	0,000	-5,893	0,00000
L* 24h	-0,019	0,127	0,000	0,001	-0,146	0,88441
Temp. 45h	0,041	0,098	0,000	0,001	0,421	0,67538

Onde:

pH 24h= Valor de pH obtido no período de 24h. *post mortem*

HGP 24h = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 no período de 24h *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 24h = Valor de temperatura em °C no período de 24h *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 27 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações no músculo *semimembranosus*. (N= 65 animais)
 $r = ,65553563$ $r^2 = ,42972696$, r^2 ajustado = ,39170876
 $F(4,60)=11,303$, $p<,000001$, erro padrão do estimado : ,01637

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	T(60)	p- (nível)
Intercepção			0,020	0,063	0,315	0,75388
pH 45min	0,521	0,100	0,035	0,007	5,210	0,00000
HGP 45 min	-0,133	0,106	0,000	0,000	-1,252	0,21543
L* 24h	-0,077	0,105	0,000	0,001	-0,739	0,46271
Temp. 45h	-0,223	0,100	-0,002	0,001	-2,224	0,02990

Onde:

pH 45min = Valor de pH obtido no período de 45min *post mortem*

HGP 45 min = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 no período de 45 min *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 45 min = Valor de temperatura em °C no período de 45 min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 28 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações no músculo *semimembranosus*. (N= 65 animais)
 $r = ,71793021$ $r^2 = ,51542379$, r^2 ajustado = ,48311870
 $F(4,60)=15,955$ $p<,000000$, erro padrão do estimado: ,01509

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	T(60)	p- (nível)
Intercepção			-0,033	0,064	-0,517	0,60740
pH 1:45	0,504	0,103	0,035	0,007	4,908	0,00001
HGP 1:45	-0,311	0,109	0,000	0,000	-2,846	0,00605
L* 24h	-0,008	0,101	0,000	0,001	-0,081	0,93580
Temp. 1:45	-0,086	0,094	-0,001	0,001	-0,915	0,36360

Onde:

pH 1:45 = Valor de pH obtido no período de 1h 45min *post mortem*

HGP 1:45 = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 no período de 1h 45 min *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 1:45 = Valor de temperatura em °C no período de 45 min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 29 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações no músculo *semimembranosus*. (N= 65 animais)
 $r = ,63976617$ $r^2 = ,40930075$ r^2 ajustado = $,36992080$
 $F(4,60) = 10,394$, $p < ,000002$, erro padrão do estimado : $,01666$

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			-0,039	0,065	-0,605	0,54735
pH 3:45	0,510	0,108	0,040	0,009	4,726	0,00001
HGP 3:45	-0,296	0,118	0,000	0,000	-2,507	0,01490
L* 24h	0,042	0,116	0,000	0,001	0,365	0,71619
Temp. 45h	-0,203	0,102	-0,002	0,001	-1,982	0,05211

Onde:

pH 3:45 = Valor de pH obtido no período de 3h 45min *post mortem*

HGP 3:45 = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 no período de 3h 45 min *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 3:45 min = Valor de temperatura em °C no período de 3h 45 min. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 30 : Análise de regressão múltipla, utilizando (CRA) como variável dependente e outras mensurações no músculo *semimembranosus*. (N= 65 animais)
 $r = ,48629829$ $r^2 = ,23648603$ r^2 ajustado = $,18558510$
 $F(4,60) = 4,6460$, $p < ,00247$ erro padrão do estimado: $,01894$

	BETA	Erro padrão Beta	B	Erro padrão B	t(60)	p- (nível)
Intercepção			0,134	0,097	1,385	0,17117
pH 24h	0,073	0,137	0,006	0,012	0,532	0,59649
HGP 24h	-0,449	0,135	-0,001	0,000	-3,325	0,00151
L* 24h	0,022	0,141	0,000	0,001	0,157	0,87558
Temp. 24h	-0,069	0,118	-0,001	0,001	-0,584	0,56116

Onde:

pH 24h = Valor de pH obtido no período de 24h *post mortem*

HGP 24h = Valor de reflectância obtido pelo sistema Hennessy GP4 no período de 24h *post mortem*

L* 24h = Valor de luminosidade através de colorímetro (Minolta) no período de 24h *post mortem*

Temp. 24h = Valor de temperatura em °C no período de 24h. *post mortem*

CRA= Capacidade de retenção de água

Tabela 31 Coeficientes dos vetores referentes as mensurações do carrê, em relação aos dois componentes principais analisados

Variável	Fator 1	Fator 2	Variável	Fator 1	Fator2
%UC	0,085	0,361	med. 3:45 12V	0,904	-0,045
% GORD.	-0,054	-0,454	med. 3:45 13V	0,921	-0,069
CRA	-0,705	-0,009	med. 5:45 12V	0,895	-0,013
% PIG	0,256	0,092	med. 5:45 13V	0,893	-0,097
PH1 12V	-0,800	-0,073	med. 7:45 12V	0,769	-0,099
PH1 13V	-0,828	0,015	med. 7:45 13V	0,897	-0,151
PH2 12V	-0,731	-0,001	med. 24h 12V	0,839	0,018
PH2 13V	-0,803	0,064	med. 24h 13V	0,799	-0,083
PH4 12V	-0,689	-0,019	COR L 12V	0,606	0,004
PH4 13V	-0,725	0,180	COR L 13V	0,653	0,016
PH6 12V	-0,684	0,105	COR a 12V	0,524	0,131
PH6 13V	-0,702	0,143	COR a 13V	0,596	-0,035
PH8 12V	-0,578	0,101	COR b 12V	0,558	0,221
PH8 13V	-0,696	0,185	COR b 13V	0,538	-0,032
PH24 12V	-0,375	0,103	temp.1 13V	0,072	-0,672
PH24 13V	-0,347	0,130	temp2 13V	-0,062	-0,870
Med. 45 12V	0,706	0,250	temp4 13V	-0,111	-0,864
Med. 45 13V	0,677	0,190	temp6 13V	0,101	-0,644
Med. 1:15 12V	0,781	0,192	temp8 13V	0,119	-0,474
Med. 1:15 13V	0,739	0,217	temp24 13V	0,145	-0,490
Med. 1:45 12V	0,888	0,076	temp1 12V	0,015	-0,492
Med. 1:45 13V	0,825	0,059	temp2 12V	-0,045	-0,791
Med. 2:15 12V	0,870	0,095	temp4 12V	-0,039	-0,901
Med. 2:15 13V	0,863	0,058	temp6 12V	0,007	-0,573
Med. 2:45 12V	0,880	0,075	temp8 12V	0,149	-0,370
Med. 2:45 13V	0,882	0,003	temp24 12V	0,052	-0,410
Med. 3:15 12V	0,838	-0,041	Expl.Var	22,406	5,975
Med. 3:15 13V	0,910	-0,011	Prop.Tot.	0,415	0,111

Negrito = valores >0,7

Onde: %up = % de umidade, CRA = capacidade de retenção de água, % PIG = % pigmentos totais, % Gord = % de gordura intramuscular, pH = valor de pH, Med = reflectância, cor = cor, Temp = Temperatura, RF= *rectus femoris*, 12V = 12^o vértebra torácica, 13V = 13^o vértebra torácica, SM = *semimembranosus*.

Tabela 32 Componentes principais, referente as mensurações realizadas na região do carrê, para os dois componentes principais.

Fator	Total	% Variância total	Total acumulado	% Variância acumulada
1	22,40635	41,49324	22,40635	41,49324
2	5,974661	11,06419	28,38101	52,55743

Tabela 33 Coeficientes dos vetores estudados, referentes as mensurações da região do pernil, em relação aos dois componentes principais analisados

Variável	Fator 1	Fator 2	Variável	Fator 1	Fator 2
%_UP	-0,169	-0,214	med. 3:45 RF	-0,656	0,203
% GORD	0,285	0,551	med. 3:15 SM	-0,835	-0,113
CRA	0,715	-0,256	med. 5:45 RF	-0,712	0,102
% PIG	-0,203	-0,061	med. 5:45 SM	-0,850	0,018
PH1 RF	0,684	-0,017	med. 7:45 RF	-0,857	0,063
PH1 SM	0,641	-0,191	med. 7:45 SM	-0,837	-0,048
PH2 RF	0,745	-0,047	med. 24h RF	-0,696	0,236
PH2 SM	0,721	-0,205	med. 24 SM	-0,688	-0,143
PH4 RF	0,730	0,004	COR L SM	-0,431	0,293
PH4 SM	0,678	-0,054	COR L RF	-0,507	-0,197
PH6 RF	0,703	-0,007	COR a SM	-0,513	-0,058
PH6 SM	0,779	-0,176	COR a RF	-0,302	0,109
PH8 RF	0,703	-0,021	COR b SM	-0,577	0,150
PH8 SM	0,686	-0,157	COR b RF	-0,574	-0,161
PH24 RF	0,629	0,061	TEMP1 RF	-0,243	0,696
PH24 SM	0,569	0,036	TEMP2 RF	-0,090	0,853
Med. 45 RF	-0,361	0,380	TEMP4 RF	0,138	0,837
Med. 45 SM	-0,202	-0,013	TEMP6 RF	0,169	0,834
Med. 1:15 RF	-0,563	0,353	TEMP8 RF	0,210	0,803
Med. 1:15 SM	-0,448	-0,102	TEMP 24 RF	-0,052	0,198
Med. 1:45 RF	-0,648	0,196	TEMP1 SM	0,047	0,726
Med. 1:15 SM	-0,546	-0,300	TEMP2 SM	0,036	0,679
Med. 2:15 RF	-0,613	0,132	TEMP4 SM	0,275	0,708
Med. 2:15 SM	-0,690	-0,095	TEMP6 SM	0,420	0,711
Med. 2:45 RF	-0,700	0,120	TEMP8 SM	0,381	0,737
Med. 2:45 SM	-0,716	-0,218	TEMP24 SM	-0,302	0,053
Med. 3:15 RF	-0,659	0,225	Expl.Var	17,505	7,304
Med. 3:15 SM	-0,744	-0,164	Prop.Tot	0,324	0,135

Negrito = valores >0,7

Onde: %up = % de umidade, CRA = capacidade de retenção de água, % PIG = % pigmentos totais, % Gord = % de gordura intramuscular, pH = valor de pH, Med = reflectância, cor = cor, Temp = Temperatura, RF= *rectus femoris*, 12V = 12^o vértebra torácica, 13V = 13^o vértebra torácica, SM = *semimembranosus*.

Tabela 34 Componentes principais, referente as mensurações realizadas na região do pernil, para os dois componentes principais.

Fator	Total	% Variância total	Total acumulado	% Variância acumulada
1	17,50500	32,41666	17,50500	32,41666
2	7,30368	13,52533	24,80867	45,94199

A **Tabela 32**, permite dizer que em relação aos 2 componentes principais estudados para todas as mensurações realizadas, o primeiro explicou 41,49% e o segundo 11,06% do total de variância, em outras palavras 52,55% do total de variância proveniente das 54 variáveis mensuradas puderam ser condensadas em duas novas variáveis (componentes).

O mesmo procedimento relativo a análise de componentes principais, foi realizado para as mensurações do pernil (**Tabelas 33 e 34**). A **Tabela 34** mostrou que o primeiro componente principal explicou 32,42% e o segundo 13,52% da variância proveniente das 54 variáveis estudadas

Os resultados estatísticos da **Tabela 34**, mostram que para as mensurações realizadas na região do pernil, os valores de reflectância luminosa demonstraram uma menor importância na explicação da variabilidade total, o mesmo não ocorreu em relação as mensurações de temperatura, pH, CRA e cor que demonstraram um comportamento similar ao apresentado na **Tabela 31**.

6 CONCLUSÕES:

O estudo realizado e os resultados obtidos conduzem às seguintes conclusões:

- As correlações obtidas entre a reflectância luminosa interna com o teor de gordura intramuscular e pigmentos totais foram pequenas e não significativas, para a maioria dos pontos de inserção e horários *post mortem* estudados, com exceção das mensurações de reflectância realizadas na região do músculo *rectus femoris*, quando associadas aos valores de gordura intramuscular.

- Verificou-se uma boa associação entre os valores de reflectância luminosa interna e capacidade de retenção de água (CRA) em vários pontos de inserção e horários *post mortem*.
- As correlações entre a reflectância luminosa e capacidade de retenção (CRA) de água equivaleram-se as correlações entre pH e (CRA) na região do carrê, o mesmo comportamento não foi observado no pernil.
- Dada a dificuldade de padronização das mensurações causadas pela conformação anatômica do pernil, não se recomenda a sonda óptica para este fim.
- As correlações entre as medidas de reflectância (Hennessy GP4) e CRA ao longo dos vários horários *post mortem* e pontos de inserção, indicou que os melhores coeficientes foram obtidos quando mensurados na região do carrê (12^o vértebra torácica) em uma faixa de 1:45 a 5:45 *post mortem*. ($r > -0,60$ $p < 0,05$).
- As correlações entre capacidade de retenção de água e reflectância (Hennessy) na 12^o vértebra aos 45 min. *post mortem* ($r = -0,42$ $p < 0,05$), são boas considerando-se que a finalidade principal do equipamento é a tipificação de carcaças

7 SUGESTÕES:

- Alguns autores como CLAUDI-MAGNUSSEN (1991), sugerem a utilização de equações de regressão na determinação do valor a ser pago pela carcaça suína. Os valores de reflectância mensurados pelo sistema Hennessy GP4 poderiam ser utilizados em uma equação como esta, junto com outras características tais como: peso, porcentagem de carne magra, espessura de toucinho e lombo, sendo que a cada característica poder-se-ia atribuir um valor diferente de acordo com o objetivo do matadouro-frigorífico.
- Alguns autores trabalhando com sondas ópticas, obtiveram coeficientes de correlação superiores, ao presente estudo, quando associaram valores de reflectância e capacidade de retenção de água na região do pernil. Um maior enfoque poderia ser dado aos fatores anatômicos que contribuem para a interferência dos valores de reflectância quando mensurados na região nesta região.
- Como observado após o período de 1:45 min. *post mortem*, as melhores correlações entre reflectância (Hennessy GP4) e os valores de capacidade de retenção de água foram encontrados. Portanto, caso exista a possibilidade de adequação da mensuração de reflectância após 1:45 min *post mortem* uma maior fidedignidade dos coeficientes de correlação com aspectos de qualidade serão obtidos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ALLAN, J. Calibration of the Hennessy GP4 meat probe and drip loss in pork. **Poseidon Consulting**, Auckland, 1996. 14p.
2. ANÔNIMO. Pig meat processing R & D, **Food Australia**, Sydney, v. 43, p. 46-48, 1991.
3. BARTON-GADE, P. A. Methods of assessing meat quality, **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 1993. 6p.
4. BARTON-GADE, P. A.; BALTZER, M. Relationship between halothane status and meat quality in landrace and large white pigs. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v.1, p. 33-36, 1991.
5. BARTON-GADE, P. A. The mensurament of meat quality in pigs *pos-mortem*. In: Porcine estresse and meat quality causes and possible solutions to the problems., **Agric. Food Research Society**, London, v. 5, p.205-18, 1981.
6. BARTO-GADE, P.A. Determination of nitrosopigment and total pigment in meats. The modification of Hornsey's method used by the Danish Meat Reserach Institute. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde. 1982. 4p.
7. BARTON-GADE, P. A.; BEJERHOLM, C. Early post mortem detection of PSE and intramuscular fat using the MQM equipment. **35th International Congress of Meat Science and Technology**, Copenhagen, v.3, p.1105 - 1110, 1989.
8. BARTON-GADE, P.A.; OLSEN, E.V. The relationship between water holding capacity and measurements carried out with the automatic Danish meat quality probe. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 1984.10p.

9. BARTON-GADE, P.A.; KLINTH JENSEN, W. Pig carcass classification with special reference to Danish slaughterhouses. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 1991. 15p.
10. BARTON-GADE, P. Standard methods of measuring meat quality: Proposal. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 1993. 5p.
11. BECK, G.; DURR, R.; EICHINGER, H. Reflectance measurements in the visible and near infrared for the determination of different beef meat qualities. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v. 1, p.44-47, 1990.
12. BRANSCHIED, W.; DOBROWOLSKI, A.; HORETH, R. Video imagem analysis. A method for the on-line recording of the cut value of pig carcasses. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.76, n.7, p. 721-724, 1996.
13. BRANSCHIED, W.; DEMPFE, L.; DOBROWOLSKI, A.; SACK, E. & HORETH, R. The pork grades. New techniques of instrumental grading. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.71, n. 4, p. 420 - 423, 1991.
14. BUDIG, J.; INGR, I. Comparision and aplication of quality criteria for PSE of pork. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.5, p.875-878, 1992.
15. BROWN, S.N. A note on the use of subjective methods for assessing pig meat quality on the slaughterline. **Meat Science**, Barking, v.32, n.2, p.195-202, 1992.
16. CHEAH, K.S.; CHEAH, A.M.; KRAUSGRILL, D.I. Variations in meat quality in live halothane heterozygotes identified by biopsy samples of *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**, Barking, v.39, p.292-300, 1995.
17. CLAUDI-MAGNUSSEN, C. Principles of future payment of pigs. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v. 1, p.72-75, 1991

18. CROSS, H.R.; BELK, E.K. Objective Measurements of Carcass and Meat Quality. **Meat Science**, Barking, v.36, p.191-202, 1994.
19. CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; BADIANI, A.; ROSA, P.; DELBONO, G. Objective mensuramentes of pork quality : Evaluation of various techniques. **Meat Science**, Barking v.34, p.49-77, 1993 (a).
20. CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; BADIANI, A.; ROSA, P.; DELBONO, G. Objective evaluation of pork quality: Results of on-line measurements. **Meat Science**, Barking, v.34, p.79-93, 1993 (b).
21. de Boer, T.J. & RIJSWIJK. Assesment of pig carcass quality and meat quality in Dutch slaughterhouses. **Hennessy Grading Systems LTD**, Auckland, 1992. 33p.
22. EIKELENBOOM, G. Fibre optc probe measurements in Landrace pigs of different halothane phenotypes. **Meat Science**, Barking, v.23, p.9-19, 1988.
23. EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H. & HULSEGGE, B. Evaluation of invasive instruments for assessment of veal colour at time of classification. **Meat Science**, Barking, v. 31, n. 4, p. 343-349, 1992.
24. EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; van der Wal, The eating quality of pork. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 76, n.4, p. 392-393, 1996.
25. FELDHOUSEN, F. & KUHNE, M. Effects of ultrarapid chilling and ageing on length of sarcomeres, and tenderness of pork. **Meat Science**, Barking, v.32, p.161-171, 1992.
26. FERNANDEZ, X. ; FORSLID, A . & TORNBERG, A . The effect of high post-mortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork interaction with ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v.37, p.133-147, 1994.

27. FERNANDEZ, X.; MAGARD M. & TORNBERG, E. The Variation in pig muscle glycolytic potential during lairage (In vivo study). **Meat Science**, Barking, v.32, n.1, p.81-91, 1993.

28. FORREST, J.C.; KUEI, C.H.; ORCUTT, M.W.; SCHINCKEL, A.P.; STOUFFER, J.R.; JUDGE, M.D. A review of potential new methods of on-line pork carcass evaluation. **Journal Animal Science**, Champaign, v.67, p.2164-2170, 1989.

29. FORTIN, A. The use of electronic grading probes for the objective assement of PSE and DFD in pork carcass. **Meat Science**, Barking, v.21, p.159-173, 1987.

30. GARRIDO, M.D.; MARIA DOLORES, E.; LOPEZ, M.B.; MUÑOZ, A.; LAENCINA, J. Characteristics and composition of lean and fat in pork carasses. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.5, p. 899-902, 1992.(a)

31. GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J.; BAÑÓN, S. & LAENCINA, J. Objective assemente of pork quality. **Meat Science**, Barking, v.37, p.411-420, 1994.(a)

32. GARRIDO, M.D. ; PEDAUYÉ, J.; BAÑÓN, S. & LAENCINA, J. Pork quality affected by different slaughter conditions and post mortem treatment of the carcass. **Lebensm-Wissu. Technol.**, London, v.27, p.173-176, 1994.(c)

33. GARRIDO, M.D. ; PEDAUYÉ, J.; BAÑÓN, S. & LAENCINA, J. Detection PSE meat and influence of haem pigment concentration. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.5, p. 903-905, 1992.(b)

34. GARIDO, M.D.; HONIKEL, K.O., Relación entre las carcacterísticas de la calidad de la carne de cerdo en las primeiras horas post mortem y después del enfriamiento. **Fleischwirtschaft, español** , Frankfurt, v.2, n.1, p.4-8, 1996.

35. GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J.; BAÑÓN, S.; LÓPEZ, M.B.; LAENCINA, J. On-line methods for pork quality detection. **Food Control**, Oxford, v.6, n.2, p. 111-113, 1995.
36. GARRIDO, M.D.; BANÓN, S. PEDAUYÉ & LAENCINA. Objective meat quality measurements of ham: A practical classification method on the slaughterline. **Meat Science**, Barking, v.37, n.3, p. 421-428, 1994.(b)
37. HILDRUM, K.I.; NILSEN, B.N.; MIELNIK, M. & NAES, T. Prediction of sensory characteristics of beef by near-infrared spectroscopy. **Meat Science**, Barking, v.36, p. 67-80, 1993.
38. HONIKEL, K.O. In **Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs**, Ed. Tarrant, P.V., Eikelenboom, G & Monin, G. Martinus Nijhoff, Dordrecht, p 129, 1987.
39. HOVINIER, R.; KANIS, E.; VERHOEVEN, J.A.M. Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. **Journal Animal Science**, Chicago, v.71, n.8, p.2018-2025, 1993.
40. HORNSEY, H.C. Determinação de Pigmentos Totais. **Journal of the Science of Food Agriculture**, Barking, v.7, p. 534, 1956.
41. HORWITZ, W. Determinação do teor de gordura pelo método de Soxhlet. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemist** 13 ed. Washington, p. 1018, 1980.
42. JOACHIM, E. R., Possible methods of automatic on-line determination of quality parameters when classifying and selecting carcasses and meat cuts. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v 76, n.9, p.924-928, 1996.
43. KIRTON, A.H. Current methods of on-line carcass evaluation. **Journal Animal Science**, Champaign, v.67, n.8, p.2155-2163, 1989.

44. KARLSSON, A . The use of principal component analysis (PCA) for evaluating results from pig meat quality measurements. **Meat Science**, Barking, v.31, n.4, p. 423-433, 1992.

45. KAUFFMAN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M.; EIKELENBOOM, G.; et al. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**, Barking, v.34, p. 283-300, 1993.

46. KAUFFMAN, R.G.; WARNER, R.D.; RUSSELL, R.L. Variations in lightness and exudation among tem porcine muscles. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v.1, p.135-138, 1991.

47. LONG, V.P. & TARRANT, P.V. The effect of Pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. **Meat Science**, Barking, v.27, n.3, p.181-195, 1990.

48. MacDOUGALL, D.B. Use of fibre optic probe for segregating pale, soft, exudative carcass from dark, firm, dry carcasses. **Journal Science Food Agric.**, Barking, v. 31, p.1371, 1980.

49. MacDOUGALL, D.B. Coulor in Meat. In: Sensory properties of foods (Birch, G. G., Brennan, J.G. & Parker, K.J. (Eds), **Applied Science Publishers**, London, p.59-69,1981.

50. MacDOUGALL, D.B & SHEILA, J.J. Use of a fibre optic probe for segregating pale, soft, exudative and dark, firm, dry carcasses. **Journal Animal Science**, Champaign, v.5, p.1371, 1997.

51. MacDOUGALL, D.B Colour of meat. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. **Advances in Meat Research**, New York, v.9, p. 80-116,1996.

52. MURRAY, A.C. & JOHNSON, C.P. Evaluation and objective characterization of the agriculture canada subjective pork quality standards. **Can. Inst. Sci. Technol. J.**, Ottawa, n.2/3, v. 23, p. 87-93, 1990.

53. MURRAY, A.C.; JONES, S.D.M.; TONG, A.K.W. Evaluation of the colorimet reflectance metter for the measurement of pork muscle quality. **35th International Congress of Meat Science and Technology**, Copenhagen, v.1, p.188-194, 1989.

54. OLIVER, M.A .; GISPERT, M.; TIBAU, J. & DIESTRE. The measurement of light scattering and eletrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times *post mortem*. **Meat Science**, Barking ,v.29, n.2, p.141-151, 1991.

55. OLIVER, M.A. ; GISPERT, M, & DIESTRE, A. The effects of breed and halothane sensitivity on pig meat quality. **Meat Science**, Barking, v.35, n.1, p.105-118, 1993.

56. PEDERSEN, O .K. Present conditions and perspectives of pig carcass evaluation and comercial grading in : INTERNATIONAL MEETING ON PIG CARCASS AND MEAT QUALITY. Reggio Emilia, Itália, **Proceedings.....**,1988.

57. SILVEIRA, T.F.E. & RODRIGUES, A . Avaliação objetiva de carcaças suínas e suas relações com a qualidade da carne suína. **Colet.. ITAL**, Campinas, v.23, n.2, p. 123-137, 1993.

58. SCHIRMER, R. E. & GARGUS, A.G. Aplications of remote chemical sessing using fibre optics and UV-VIS-NIR spectroscopy. **Amer. Lab.**, v.18, n.12, p.30, 1989.

59. SOMERS, C.; TARRANT, P.V.; SHEIRINGTON, J. Evaluation of some objeive methods for measuring pork quality. **Meat Science**, Barking, v.15, n.2, p.63-76, 1985.

60. SORENSEN, S.E.; STOIER,S.; RUDANDERSEN,J.; NIELSENT.; et al. Utilization of on-line methods for measuring quality parameters in carcasses - Future possibilities and challenges. **35th International Congress of Meat Science and Technology** ,Copenhagen, v.1, p.16 - 29, 1989.

61. SWATLAND, H.J. Reversible pH effect on pork paleness in a model system. **Journal of Food Science**, Chicago ,v 60, n.5, p.988-995, 1995.
62. SWATLAND, H.J. *Post-mortem* spectrophotometry of pork and beef using quartz optical fibres. **Meat Science**, Barking, v.17,n.1, p 97, 1986 (a) .
63. SWATLAND, H.J.; BARBU, S. Fibre-optic spectrophotometry for predicting lipid content, pH and processing loss of comminuted meat slurry. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v.25, p. 519-526, 1990.
64. SWATLAND, H.J. *Post mortem* changes in pork using parallel needles for both light scattering and low-frequency electrical properties. **Food Research International**, Champaign, v. 30, n.3/4, p.293-298, 1997.
65. SWATLAND, H.J. & IRIE, M., Effect of wavelength on spatial measurements of light scattering for the measurement of pork quality. **Journal Animal Science**, Champaign, v 70, n.7, p. 2138-2143, 1992.
66. SWATLAND, H.J. Color Measurements on pork and veal carcasses by fibre optical spectrophotometry. **J. Can. Inst. Food. Sci. Techol.**, Ottawa, v. 19, p.170-173, 1986 (b).
67. SWATLAND, H.J. A review of meat spectrophotometry (300 to 800 nm). **J. Can. Inst. Food. Sci. Techol**, Ottawa , v.22, n.4, p.390-402, 1989.
68. SWATLAND, H.J. & BARBUT Fluorimetry via a quartz-glass rod for predicting the skin content and processing characteristics of poultry meat slurry. **Inter. Journal of Food and Science Technology**, London, v.26, p. 373-380, 1991.
69. SWATLAND, H.J.; ANANTHANARAYANAN, S.P. ; GOLDENBERG, A.A. Review of probes and robots: Implementing new technologies in meat evaluation. **Journal Animal Science**, Champaign, v.72, n.6, p.1475-1486, 1994.

70. SWATLAND, H.J. Developing a fibre-optic probe to combine subcutaneous fat depth and meat quality measurements. **Journal Animal Science**, Champaign, v.71, n.10, p. 2666-2673, 1993.
71. SWATLAND, H.J. Evaluation of probe designs to measure connective tissue fluorescence in carcasses. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1983 -1988, 1991.
72. SWATLAND, H.J. Effect of acidity on the optical transmittance of bovine myofibrillar proteins: How meat traps light at low wavelengths. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, p.1284-1290, 1990.
73. SWATLAND, H.J. Physical mensuramentes of meat quality: Optical mensuramentes, pros and cons. **Meat Science**, Barking, v. 36, n.1/2, p. 251-259, 1994.
74. STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright stasoft, inc 1984-1995
75. Van OECKEL, J.M. ; CASTEELS, M.; WARNANTS, N. ; De BOEVER, J.L.; BOUCQUÉ, C.V.; et al. Instrumentelle bestimmung von merkmalen der fleischbeschaffenheit belgischer schweine. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.77, n.1, p. 84-87, 1997.
76. VanLAACK,R.L.J.; KAUFFMANN,R.G.; SYBESMA,W.; SMULDERS,F.J.M.; et al. Is colour brightness(L-Value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle?. **Meat Science**, Barking, v.38, n.2, p. 193-201, 1994.
77. Van der Wal, P.G.; de Vries, A.G. & EIKELENBOOM, G. Predictive value os slaughterhouse measurements of ultimate pork quality in seven halothane negative Yorkshire populations. **Meat Science**, Barking, v. 40, n.2, p. 183-191, 1995.
78. Van der WAL, P.G. Free range pigs: carcass characteristics and meat quality. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v.1, p. 202-205, 1991.

79. Van der Wal, P.G.; MATEMAN, G. "Scharrel" (free range) pigs: carcass composition, meat quality and taste-panel studies. **Meat Science**, Barking, v.34, n.1, p. 27-37, 1993.
80. Von SETH, G.; TORNBORG, E.; MOLLER, B.M. The influence of constant rigor temperature and storage time on the reflectance (FOP) in pork muscle. **37th International Congress of Meat Science and Technology**, Kulmbach, v.1, p. 481-484, 1991.
81. Wal der van, P.G. ; Vries, A .G. & Eikelenboom, G. Predictive value of slaughterhouse measurements of ultimate pork quality in seven halothane negative Yorkshire populations. **Meat Science**, Barking, v.40, n.2, p.183-191, 1995.
82. WAL, P.G. van der. The use of Hennessy grading of fibre optic probes for pork quality evaluation at various times post mortem. In: **CE-WORKSHOP "ON LINE AND NON DESTRUCTIVE METHODS TO MEASURE MEAT CHARACTERISTICS"**, Theix, France, 1986.
83. Wal, P.G. van der. The effect of scalding on subcutaneous and ham temperatures and ultimate pork quality. **Meat Science**, Barking, v.34, n.3, p. 395-402, 1993.
84. WARNER, R.D.; ELDRIDGE, C.I.; BALL, C.I.; NANTHAN, E. The effect of the angle of insertion of a reflectance probe on prediction of pork muscle quality. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.1, p. 991-993, 1992.
85. WARRIS, P.D. The relationship between pH 45min and drip in pig muscle. **Journal of Food Technology**, London, v.17, p. 573-578, 1982.
86. 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.

87. WARRIS, P.D.; BROWN, S.N.; ADAMS, S.J.M. Variation in haem pigment concentration and colour in meat from british pigs. **Meat Science**, Barking, v.28, p.321-329, 1990.
88. YANG, T.S.; HAWRYSH, Z.J.; PRICE, M.A. & AHERNE, F.X. Identification of PSE in the *longissimus* muscle of pigs stunned by captive-bolt. **Meat Science**, Barking, v.10, p.243-251, 1984.