

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CARACTERIZAÇÃO DE EQÜINOS (*Equus
caballus*) PARA O ABATE ATRAVÉS DO PESO
DE CARCAÇA E OS QUALITATIVOS DA
CARNE**

ANTONIO CARLOS DE ANDRADE JUNQUEIRA

2003

ANTONIO CARLOS DE ANDRADE JUNQUEIRA

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE CARACTERIZAÇÃO DE
EQÜINOS (*Equus caballus*) PARA O ABATE ATRAVÉS DO PESO DE
CARÇA E OS QUALITATIVOS DA CARNE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação "Stricto Sensu"
em Ciência dos Alimentos, para obtenção do
título de "Mestre".

Orientadora
Prof.^a Dra. Maria Cristina Bressan

Lavras
Minas Gerais - Brasil
2003

ANTONIO CARLOS DE ANDRADE JUNQUEIRA

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE CARACTERIZAÇÃO DE
EQÜINOS (*Equus caballus*) PARA O ABATE ATRAVÉS DO PESO DE
CARCAÇA E OS QUALITATIVOS DA CARNE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação "Stricto Sensu"
em Ciência dos Alimentos, para obtenção do
título de "Mestre".

APROVADA em 29 de abril de 2003.

Prof.^a Dra. Roberta H. Picolli do Valle - UFLA

Prof. Dr. Juscélio Clemente de Abreu - UNINCOR

Prof. Dr. Juan Ramón O. Perez - UFLA



**Prof.^a Dr.^a Maria Cristina Bressan
UFLA
(Orientadora)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003**

Aos meus pais, Mário e Maria Aparecida,
pela confiança e pelo apoio nos momentos de
maior dificuldade.

À minha esposa, Silvia, pelo amor e carinho
e por ter superado minha ausência em vários momentos.

Ao meu filho Luciano, pela alegria que proporciona à família.

A Deus, por iluminar meu caminho e fazer desse um
momento importante em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar vivo.

À Profa. Dra. Maria Cristina Bressan, por me orientar e transmitir-me os ensinamentos que acompanharão o desenrolar de minha carreira de docente.

À Profa. Dra. Roberta H. P. do Valle, pela orientação, amizade e disposição em ajudar nos momentos de dificuldade.

À Colega Flávia, um carinho especial pela ajuda nos trabalhos onde sua presença foi de fundamental importância para a realização deste trabalho.

Aos colegas que me apoiaram nesta tarefa de descobrir novas informações e transformar o projeto em realidade: Peter, Josye, Renata, Deyse, Taciana, Érika, Paulínea e todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização do projeto.

Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos que, no seu trabalho muitas vezes anônimo, colaboram para que tudo corra da melhor forma possível.

À minha família, que sempre me apoiou incentivando a realização do mestrado.

Aos professores, que nesse período buscaram transmitir conhecimentos por meio de metodologias modernas e com entusiasmo.

À UNINCOR e à Prefeitura Municipal de Três Corações, que me liberaram para realização do mestrado.

Ao Médico Veterinário João Candido, que abriu as portas do Frigorífico Elo para a coleta das amostras e através dele aos donos do estabelecimento.

Finalmente, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização de um sonho.

BIOGRAFIA

Antônio Carlos de Andrade Junqueira, filho de Mário Carneiro Junqueira e Maria Aparecida Andrade Carneiro Junqueira, nasceu no dia 30 de março de 1964, na cidade de Três Corações, estado de Minas Gerais.

Em agosto de 1986 graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense, Niterói, estado do Rio de Janeiro. Em 1992, graduou-se em Administração pela Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR).

Em 1992 realizou curso de especialização em Saúde Pública pela UNINCOR e em 1999 especializou-se em Processamento e Controle de Qualidade em Carne, Leite, Ovos e Pescado pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, estado de Minas Gerais.

Em março de 2000 ingressou no programa de pós-graduação do Departamento de Ciência dos Alimentos, UFLA, Lavras, defendendo a dissertação em abril de 2003.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Considerações sobre a espécie em estudo.....	4
2.1.1 Classificação zoológica e distribuição geográfica.....	4
2.1.2 Características fenotípicas.....	4
2.1.3 Organização social e reprodução.....	5
2.1.4 Fisiologia digestiva.....	5
2.1.5 Considerações sobre a qualidade da carne de eqüinos.....	6
2.2 As principais etapas do abate.....	6
2.2.1 O pré-abate.....	6
2.2.2 Operação de abate.....	7
2.2.3 A conservação das carcaças.....	8
2.3 Transformação do músculo em carne.....	8
2.4 Parâmetros físicos usados na determinação da qualidade da carne.....	10
2.4.1 Evolução do pH <i>post-mortem</i>	10
2.4.2 Cor.....	12
2.4.3 Perda de peso por cozimento.....	14
2.4.4 Maciez da carne (força de cisalhamento).....	15
2.5 Composição química da carne.....	16
2.5.1 Umidade.....	16
2.5.2 Proteína.....	17
2.5.3 Lipídeos.....	18
2.5.4 Minerais.....	19

2.6 Colesterol	20
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA SOBRE GRUPO PESO E SEXO AO ABATE NA QUALIDADE DA CARNE DE EQÜINOS (<i>EQUUS CABALLUS</i>)	27
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 Especificação do material e condutas.....	34
2.2 Tratamentos.....	34
2.3 Coleta de amostras.....	36
2.4 Análises laboratoriais	36
2.4.1 Determinação de pH.....	36
2.4.2 Preparo das amostras.....	37
2.4.3 Determinações físicas.....	37
2.4.4 Delineamento experimental e análise estatística	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1 Declínio do pH post-mortem (p.m.)	41
3.2 Cor (L*, a* e b*).....	44
3.3 Perda de peso por cozimento	49
3.4 Força de cisalhamento	52
4 CONCLUSÕES.....	54
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DOS FATORES CATEGORIAS DE PESO E SEXO AO ABATE NA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E TEOR DE COLESTEROL NA QUALIDADE DA CARNE DE EQÜINOS (<i>EQUUS CABALLUS</i>)	59

RESUMO	60
ABSTRACT	61
1 INTRODUÇÃO	62
2 MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1 Especificação do material e condutas.....	64
2.2 Tratamentos.....	64
2.3 Coleta de amostras.....	66
2.4 Análises laboratoriais:	66
2.4.1 Composição centesimal.....	66
2.4.2 Teor de colesterol	66
2.5 Delineamento experimental e análise estatística	67
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
3.1 Composição centesimal.....	68
3.2 Teor de colesterol	72
4 CONCLUSÃO	75
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	79

RESUMO GERAL

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. *Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*Equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os qualitativos da carne.* 2003. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos fatores peso ao abate e sexo sobre a qualidade da carne de eqüinos abatidos em frigorífico comercial em Minas Gerais. No total, 20 eqüinos (10 machos castrados e 10 fêmeas) foram abatidos e separados em 4 categorias de peso preestabelecidas, sendo: 88,82-97,88 kg (C₁); 102,20-115,80 kg (C₂); 129,71-160,69 kg (C₃) e 162,80-236,40 kg (C₄). A distribuição dos eqüinos quanto ao sexo foi realizada de acordo com os pesos apresentados *post mortem* dentro das categorias de peso. Nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimenbranosus* (SM), retirados das carcaças esquerdas, foram analisados: pH, cor (sistema CIELAB), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), composição centesimal (umidade, proteína, gordura e cinzas) e teor de colesterol. A instalação do *rigor mortis* ocorreu entre 14 e 18h *post mortem*, quando o músculo atingiu o pH 5,9. Os fatores categoria de peso e sexo não influenciaram o pH final (média de 5,72). Para PPC, foi encontrada diferença (P<0,05) para as diferentes categorias de peso, em que eqüinos mais leves apresentaram maiores perdas (50,03%) do que os mais pesados (41,62%). Para FC, as médias encontradas foram de 4,32 e 4,07 kgf nos músculos LD e SM, respectivamente. Sexo e categoria de peso não influenciaram na FC. Para cor no músculo, o sexo não influenciou a luminosidade (L*). Os valores médios encontrados foram de 28,83 e 31,13 para macho e fêmea, respectivamente. As categorias de peso ao abate afetaram (P<0,05) o teor de vermelho (a*) no músculo LD (animais mais pesados apresentaram cor vermelha mais intensa (23,20) no músculo LD do que animais mais leves (19,22) no músculo LD. Os fatores peso (P<0,01) e sexo (P<0,05) influenciaram no teor de amarelo (b*), tendo os eqüinos mais pesados apresentado valores mais elevados (1,88 e 1,41 nos músculos LD e SM, respectivamente), do que eqüinos com peso intermediário (com médias de variação de -0,69 a -0,28 e -1,25 a -0,34 nas categorias C2 e C3, músculos LD e SM, respectivamente) e leves (-1,62 e -1,70 nos músculos LD e SM, respectivamente). Nos eqüinos, maior b* foi observado em fêmeas (0,36) do

¹ Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan – UFLA (Orientadora), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

que em machos (-0,96) no músculo SM. Carnes oriundas de eqüinos mais pesados apresentaram maior teor de vermelho e maior teor de amarelo do que aquelas oriundas de eqüinos mais leves ou de peso intermediário. Sexo e categorias de peso não influenciam o pH final da carne e a maciez. O fator sexo influenciou ($p < 0,05$) os teores de colesterol no músculo LD. As médias encontradas foram de 36,77% e 56,08% para macho e fêmea, respectivamente. Os fatores categoria de peso e sexo não influenciaram os valores de umidade, proteína, cinza e gordura, cujas médias foram: cinzas, 0,70% e 1,16%; umidade, 75,53% e 75,83%; gordura, 0,67% e 2,03%; proteína, 21,63% e 22,49%, para os músculos LD e SM, respectivamente.

GENERAL ABSTRACT

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. **Valuation of a characterization system of equines (*Equus caballus*) to a slaughter through the weight of carcass and the qualitative of meat.** 2003. 86p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

The present study had as objective to evaluate the effect of different factors of weight at slaughter and sex in the quality of meat of equines, slaughtered in a packing house in Minas Gerais. The total of 20 equines (10 castrated males and 10 females) was slaughtered and separated in 4 pre-established categories of weight being: 88.82-97.88 kg (C₁); 102.20-115.80 kg (C₂); 129.71-160.69 kg (C₃) and 162.80-236.40 kg (C₄). The distribution of equines in relation of sex, was made according to the weight presented *post mortem* within the categories of weight. In the *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles removed of the left carcasses, were analyzed: pH, color (CIELAB system), loss of weight at cooking (LWC), cutting force (CF), hundredth composition (moisture, protein, fat and ashes) and content of cholesterol. The installation of rigor mortis happened between 14 to 18 hours post mortem, when the muscle reached a pH of 5.9. The factors category of weight and sex didn't have any influence in the final pH, (average of 5.72). For LWC, difference was found ($P < 0.05$) for the different categories of weight, where lighter equines presented greater losses (50.03%) than the heavier ones (41.62%). For CF, the average values found were 4.32 and 4.07 kgf in the LD and SM muscles, respectively. Sex and category of weight didn't have any influence in CF. For color in the muscle, sex didn't have influence in the luminosity (L*), the average values found were 28.83 and 31.13 for male and females, respectively. The categories of weight at slaughter affected ($P < 0.05$) the content of red (a*) in the LD muscle (heavier animals presented a more intense coloring of red (23.20) in the L muscle. The factors weight ($P < 0.01$) and sex ($P < 0.05$) had influence in the content of yellow (b*), being that the heavier equines presented higher values (1.88 and 1.41 in the LD and SM muscles, respectively) than intermediate equines (with averages of variation of -0.69 to -0.28 and -0.07 to -1.25 to -0.34 in the categories C₂ and C₃, LD and SM muscles, respectively) and light (-1.62 and -1.70 in the LD and SM muscles, respectively). In equines, a greater b* was observed in females (0.36) than in males (-0.96) in the SM muscle. Meat from heavier equines presented a greater

¹ Guidance Committee: Maria Cristina Bressan – UFLA (Major Professor), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

content of red and greater content of yellow than that from lighter equines or from equines of intermediate weight. Sex and categories of weight didn't have any influence in the final pH and softness of the meat. The factor sex had influence ($p < 0,05$) in the contents of cholesterol in the muscle LD, being that the averages found were 36.77% and 56.08% for males and females respectively. The factors category of weight and sex had no influence in the values of moisture, protein, ash and fat, where the averages were: ashes 0.70% and 1.16%; moisture 75.53% and 75.83%; fat 0.67% and 2.03%; protein 22.63% and 22.49% for the muscles LD and SM, respectively.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.4. ALCANCE

1.5. METODOLOGÍA

1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

1.7. RESULTADOS OBTENIDOS

1.8. CONCLUSIONES

1.9. RECOMENDACIONES

1.10. BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 1

1.1. OBJETIVO GENERAL

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3. JUSTIFICACIÓN

1.4. ALCANCE

1.5. METODOLOGÍA

1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

1.7. RESULTADOS OBTENIDOS

1.8. CONCLUSIONES

1.9. RECOMENDACIONES

1.10. BIBLIOGRAFÍA

1 INTRODUÇÃO GERAL

A carne de eqüino (*Equus caballus*) para consumo humano no Brasil passa por muitos preconceitos de ordem religiosa e afetiva. Esses preconceitos tornaram o mercado interno inexpressivo, porém, em vários países da União Européia (Itália, França, Bélgica e Países Baixos), o consumo de carne eqüina representa 1,6% da média do total de carne consumida (Martuzzi et al., 2002). Embora o consumo total de carne vermelha nos últimos anos na Europa tenha passado por uma diminuição, o aparecimento da encefalopatia espongiforme bovina e o surto de febre aftosa incrementaram o número de abate de eqüinos em 27,7% quando comparado os anos de 2000 e 2001. Um dos principais países exportadores é a China, que exporta sua produção para a União Européia.

Em Minas Gerais, segundo o relatório da balança comercial do agronegócio mineiro da Federação da Agricultura do Estado de Minas Gerais (2002), as exportações de carne eqüina, no período de janeiro a setembro de 2001 e 2002, chegaram a 10.100 toneladas, totalizando uma arrecadação de 2.723,02 mil dólares. Entretanto, o potencial de exportação dessa carne não é explorado. Existem poucas pesquisas no Brasil avaliando a composição química, a qualidade e os fatores que determinam variações nesses parâmetros.

A carne de eqüinos apresenta, em termos de proteínas, quantidade e valor nutricional semelhantes à carne bovina. Além disso, boa aptidão para transformação (cerca de 2/3 do total produzido e encaminhado à indústria de produtos emulsionados) e, associado a isso, tem um valor comercial baixo quando comparada à carne bovina. O comércio no mercado interno é autorizado, desde que nas embalagens do produto, ou no rótulo, venha identificado como "carne eqüina". O sistema de abate é semelhante ao de bovino, podendo ser utilizada a mesma linha de abate.

A exportação apresenta-se como grande oportunidade de negócio, justamente quando se tem a criação de novos mercados comuns e ampliação de exportações. Isto obriga à realização de mais pesquisas sobre a qualidade da carne, principalmente caracterizando que tipo de carcaça eqüina é produzida na região do sul de Minas Gerais.

Os objetivos do presente trabalho são caracterizar a carne de eqüinos abatidos em diferentes categorias de peso *pós mortem* preestabelecida por meio de uma avaliação zootécnica do tamanho do animal e cobertura muscular e sexo (fêmeas e machos castrados) em relação à composição química, ao teor de colesterol e às qualidades físico-químicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações sobre a espécie em estudo

2.1.1 Classificação zoológica e distribuição geográfica

O cavalo é um mamífero pertencente à ordem *Perissodactyla*, família *Equidae*, gênero *Equus Linnaeus* e da espécie *Equus caballus Linnaeus* (Linnaeus, 1758). A espécie *E. caballus* surgiu na região da Polônia e Mongólia e hoje se encontra distribuída por todo mundo (Wilson, 1993). Esses animais habitam florestas, savanas e alguns desertos arenosos; possuem o hábito de se alimentar aos poucos, ingerindo pouca quantidade de alimento, porém continuamente e sua alimentação principal é o capim “in natura”. Em caso de animais domesticados, podem consumir grãos e feno (Nowark et al., 1983).

2.1.2 Características fenotípicas

Equinos adultos medem em torno de 200 a 250 cm de comprimento, têm altura de 140 a 200 cm e peso médio em torno de 200 a 500 kg para cavalos selvagens e 350 a 1000 kg de peso vivo para cavalos domesticados. O padrão geral do corpo do cavalo são membros longos, corpo redondo e pescoço longo que sustenta cabeça grande. A visão e a audição são sentidos primordiais para esse animal, tendo o mesmo orelhas e olhos grandes. A pelagem é variada e podendo haver animais brancos, pretos e alguns com pelagens mescladas. Possui a cauda curta com cabelos longos inseridos, que são usados como defesa contra insetos (Nowark et al., 1983).

2.1.3 Organização social e reprodução

Os eqüinos possuem sistema social de harém, no qual o macho dominante tem em seu grupo várias fêmeas e sua prole. Estudos demonstram que, quando adultos, os machos se afastam dos haréns na tentativa de aproximar-se de outro harém ou roubar fêmeas para montar o seu próprio harém (Nowark et al., 1983).

Os eqüinos são reprodutores sazonais. Normalmente, a cobertura ocorre nas épocas de maior luminosidade, entre os meses de setembro, outubro e novembro e, durante esse período, a fêmea apresenta váriosaios. O nascimento do potro ocorre após 11 meses de gestação, nascendo um filhote de cada vez e logo após o parto, o potro acompanha a mãe. Este pode ser um fator limitante na exploração econômica do eqüino como animal para produção de carne.

2.1.4 Fisiologia digestiva

Os animais são convencionalmente classificados com base em seus hábitos alimentares no estado natural, embora, quando domesticados, suas dietas possam ser consideravelmente diferentes daquelas que eles ingerem em condições naturais (Argenzio, 1993). Os eqüinos são herbívoros que possuem estômagos simples, ocorrendo uma fermentação microbiana na parte distal do trato digestivo. Por consumirem vegetais com baixo teor de energia, os eqüinos necessitam consumir grandes quantidades de alimento para suprir os requerimentos energéticos. O tempo real gasto na digestão de alimentos pode atingir 8 horas no período de 24 horas (Argenzio, 1993).

2.1.5 Considerações sobre a qualidade da carne de eqüinos

O termo qualidade, por várias formas, refere-se às propriedades químicas, físicas, nutricionais e microbiológicas associadas à aceitação do consumidor. Na determinação sensorial da carne, os principais atributos são: capacidade de retenção de água, cor e brilho da superfície do corte, maciez e suculência. Esses atributos oscilam conforme as variações dos constituintes básicos da carne, tais como umidade, gordura, proteína e sais minerais (Felício, 1998; Bressan, 2000). Os fatores que determinam a variação nos constituintes básicos da carne são: espécie, exemplo: capivara (Jardim, 2000; Miguel, 2001; Oda, 2001); raça, exemplo: eqüinos (Rodrigues, 2002); idade ou peso de abate, exemplo ovinos de diferentes idades (Prado, 1999; Souza, 2000; Bonagurio, 2002); alimentação e condições pré e pós- abate (Pardi, 1993).

O valor nutritivo do alimento oferecido para o consumo humano é também considerado um aspecto de qualidade segundo Person (1994), pois o alimento deve ser capaz de manter a saúde do organismo que a consome. A carne de eqüinos é questionada quanto à sua qualidade nutritiva, apesar de apresentar valor nutritivo semelhante à carne de bovinos e ter a vantagem de apresentar um custo de produção baixo (Dufey, 1996).

2.2 As principais etapas do abate

2.2.1 O pré-abate

Durante o manejo *ante-mortem* dos animais, fatores, como o carregamento brusco, a mistura de animais não familiarizados entre si, a distância percorrida, a temperatura e a densidade populacional, são apontados como desencadeante de lesões, traumatismos, mortes e estresse. Após a chegada

no frigorífico. os animais são descarregados e mantidos em dieta hídrica em currais de descanso. Essas práticas têm como objetivo diminuir o estresse ocasionado pela viagem e repor as reservas energéticas do animal (glicogênio), propiciando, dessa forma, uma possível queda normal do pH na carne no *post-mortem* (Judge et al., 1998; Barton et al., 1993).

No Brasil, os eqüinos destinados aos frigoríficos normalmente são submetidos a transportes por distâncias longas e, nesse período, os animais são expostos a condições adversas que causam estresse e perda de peso. Segundo Silveira (1997), durante o transporte dos animais até o abatedouro, diversas formas típicas de estresse são caracterizadas, tais como: o estresse motor (movimento muscular), o psicológico emocional, o térmico, o mecânico, o do equilíbrio hídrico e o digestivo. Em suínos, o efeito do estresse do transporte na qualidade da carne pode ser a manifestação de anomalias de qualidade, tais como carne PSE (pálida, flácida e exudativa) e carne DFD (escura, seca ou pegajosa); em bovinos e ovinos é relatada a anomalia “corte escuro” que assemelha-se à alteração DFD.

2.2.2 Operação de abate

Os eqüinos, insensibilizados utilizando-se pistola de dardo cativo, são submetidos à sangria, retirando-se o sangue e provocando o sacrifício, a esfola, a evisceração, a inspeção e o resfriamento da carcaça. A operação da sangria é realizada na posição vertical, com o animal pendurado pelos pés em trilhamento específico, visando aproveitar a ação da gravidade para aumentar a eficiência da sangria. Em condições inadequadas de insensibilização ou secção imprópria dos grandes vasos do pescoço, a sangria pode ser parcial ou ausente, desencadeando alterações nas características visuais (cor), na qualidade microbiológica da carne e na redução da vida de prateleira, em comparação às condições de abate

convencional, podendo acarretar em condenações parciais de cortes e órgãos ou total da carcaça como cadáver (Aires, 1955; McCarthy et al., 1963).

As demais operações do abate convencional são serragem longitudinal e divisão em meias carcaças: lavagem da carcaça; pré-resfriamento e resfriamento com redução da temperatura da carcaça de 37°C para 7° C; desossa às 24 h *post-mortem* ; realização dos cortes e embalagem (Bressan & Pérez, 2000)

2.2.3 A conservação das carcaças

As massas musculares são colocadas na câmara fria em condições de temperatura e umidade controlada para a perda de calor. Em condições de umidade muito baixa, a carcaça perde percentuais de peso acima de 2%, o que causa prejuízos ao abatedouro. Em condições de umidade muito elevada, ocorre condensação da umidade sobre a superfície da carcaça, aumentando a quantidade de água e o desenvolvimento de microrganismos psicrotóxicos (Champe et al., 1996).

Segundo Price (1976), quando se tem perda de água excessiva dentro da câmara fria, a superfície da carne adquire aspecto seco e escuro. Para evitar-se este tipo de alteração, recomenda-se que a umidade relativa dentro da câmara fria se mantenha entre 88% a 92%.

2.3 Transformação do músculo em carne

Segundo Judge et al. (1989), o músculo vivo só transforma-se em carne após sofrer reações bioquímicas e biofísicas. Esses processos começam ainda quando o animal está vivo e continuam no *post-mortem*. Person (1994) cita que três fases bioquímicas se diferenciam com relação às reservas de energia e

produtos dessas reações, sendo as fases *pré-rigor*, *rigor mortis* e *pós-rigor*. O músculo em um animal vivo se contrai por processo de gasto/recuperação de energia sob condição aeróbica. Apesar disso, o processo de contração é possível em condições anaeróbicas, no entanto, só é utilizada sob condições anormais, por ser pouco eficiente. Com a morte do animal, o aporte de oxigênio e o controle nervoso deixam de chegar à musculatura e o músculo passa a utilizar a via anaeróbica para obter energia, num processo contrátil desorganizado. Nesse processo, ocorre a transformação de glicogênio em glicose e esta na via glicolítica gera lactato com conseqüente queda do pH. No músculo vivo, o lactato é transportado pelo sistema circulatório ao fígado, onde é convertido em glicose na via da neoglicogênese.

A evolução do pH, resultado do aumento das concentrações de ácido láctico intramuscular, constitui um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne, sendo decisivo na qualidade da carne e na aptidão de transformação da carne industrializada. A queda do pH influi na capacidade de retenção de água (CRA), na perda de peso por cozimento (PPC) e também em algumas propriedades organolépticas, tais como suculência, sabor, maciez, *flavour* e cor (Pardi et al., 1993).

Os processos bioquímicos do músculo após o abate são, principalmente, processos de degradação e ressíntese de ATP. Como conseqüência da morte, três fontes de energia tornam-se disponíveis: ATP, creatina fosfato e o glicogênio. Tanto ATP como a creatina fosfato estão presentes em pequenas quantidades no músculo, fazendo com que o glicogênio seja a principal fonte de energia para a glicólise, o que reforça uma das etapas obrigatórias do abate que é o descanso, quando o glicogênio muscular será repostado (Judge et al., 1998; Barton et al., 1993).

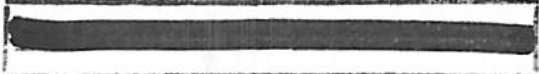
2.4 Parâmetros físicos usados na determinação da qualidade da carne

2.4.1 Evolução do pH *post-mortem*

O pH da carne é dependente da concentração de glicose *post-mortem*, que pode estar associada à raça, às condições pré-abate, à excitabilidade do animal, ao método de abate, ao potencial glicolítico, à capacidade tampão do músculo e à temperatura de resfriamento das carcaças, entre outros fatores. As alterações observadas no músculos *post-mortem* são consequência direta das mudanças bioquímicas associadas à glicólise anaeróbica (Devine, 1996).

Quando o animal está vivo, a energia é gerada pela via metabólica oxidativa. No entanto, após o abate do animal, cessa o suprimento de oxigênio pela interrupção do fluxo sanguíneo, iniciando-se a obtenção de energia pela via glicolítica anaeróbia, com a formação do ácido láctico que se acumula no tecido muscular e, assim, diminui o valor do pH. A princípio, o valor de pH é em torno de 7,30 a 7,00, podendo chegar a valores (24 horas após o abate) em torno de 5,8 a 5,4. Quando o pH atinge esses valores baixos, ocorre inibição enzimática e a glicólise anaeróbica paralisa (Forrest et al., 1979; Pardi et al., 1993; Osório et al., 1998).

A queda do pH *post-mortem* é responsável pela transformação do músculo em carne, com importância na qualidade futura da carne e dos produtos preparados à base dela. A glicólise termina, em condições naturais, quando o pH alcança o ponto isoeletrico da miosina, ou seja, em torno de 5,4. Segundo Price (1976), parece haver aumento progressivo na velocidade da glicólise até atingir o pH que corresponde ao momento em que as membranas perdem a estabilidade. Nesse momento, o músculo perde sua capacidade de contração e há passagem livre de íons pelas membranas. Disso resulta rápida equalização do pH em todo o tecido. Deste ponto em diante, a glicólise vai diminuindo até que as reservas



de glicogênio estejam esgotadas ou até que o pH seja tão baixo a ponto de inibir completamente as enzimas glicolíticas.

A queda do pH não é uniforme em animais de mesma espécie, podendo cair rapidamente para valores entre 5,4 e 5,5 na primeira hora após a sangria, até atingir valor final entre 5,3 e 5,6. Segundo Bonagurio (2001), o pH difere de uma espécie para outra devido à sensibilidade ao estresse; por exemplo, os suínos são mais sensíveis ao estresse do que os ovinos. Existem estudos que descrevem diferenças entre raças, como o trabalho realizado por Hopkins & Fogarty (1998). Estes autores compararam seis grupos genéticos de ovinos encontrando maiores valores de pH para Merinos puros e cruzados com Border Leicester. Assim como o pH pode variar dentro da mesma espécie, outros fatores também influenciam, tais como, sexo, peso ao abate, estresse, tempo de jejum, estado corporal do animal, etc.

A deficiência de glicogênio no *ante-mortem* ocorre devido à estafa, trabalho, jejum prolongado, excitação, lutas e choque elétrico inadequado, quando os animais são sacrificados antes da recuperação do glicogênio muscular, ocorrendo glicólise lenta no *post-mortem*. Assim, quando o pH final permanece igual a 6,20 ou superior, a carne fica mais escura, seca e com textura dura e há o favorecimento do desenvolvimento bacteriano. Essa carne anômala é denominada de DFD (*dark, firm, dry*), sendo encontrada em suínos, bovinos e em ovinos (Apple et al., 1995). Em animais em que ocorre o acúmulo rápido de ácido láctico logo após o sacrifício, pH baixo (< 5,8) antes da queda de temperatura corporal a valores inferior a 36°C, alguns músculos mostram-se exsudativos (baixa capacidade de retenção de água), com coloração pálida e textura flácida. Este é o caso de carne anômala do tipo PSE (*pale, soft and exudative*). Observa-se que o pH, após 45 minutos do abate, diminui em relação ao pH de carnes normais, a capacidade de retenção de água mostra-se reduzida em músculos dos lombos e pernis. A carne PSE também resulta em rendimento

mais baixo do músculo e ocorrem maiores perdas durante o cozimento (Forrest et al., 1979).

Rodrigues (2002), estudando eqüinos de diferentes idades, observou que o pH médio final de eqüinos é 5,70 e que a instalação do *rigor mortis* aconteceu após 15 horas ao abate.

2.4.2 Cor

A cor da carne é considerada como o principal aspecto no momento da comercialização (apelo visual). O consumidor associa corte escuro com animais velhos e, conseqüentemente, com carne mais dura, rejeitando-a (Sainz, 1996). A coloração do músculo é amplamente utilizada para avaliar a qualidade da carne e a coloração escura pode indicar carnes oriundas de animal de idade avançada, desidratação ou alteração da carne. Quando a carne apresenta coloração pálida, pode-se sugerir pouca capacidade de retenção de água ou alto potencial de encurtamento. A cor também serve para identificação da espécie (Valle et al., 2000). Eqüinos apresentam uma coloração mais intensa devido ao maior teor de mioglobina (Osório et al., 1998)

A cor da carne é determinada essencialmente pelo conteúdo de mioglobina na tecido. Contudo, variações no desenvolvimento glicolítico da carne podem afetar a intensidade da cor. Um exemplo é a coloração mais escura de carnes de bovinos com pH acima de 6,0 (Valle et al., 2000). Quando se observa a cor na superfície das carnes, está-se observando o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros componentes importantes presentes, como as fibras musculares e suas proteínas. A quantidade de líquido livre e a forma do corte estão também entre os fatores que influenciam na cor do produto final (Olivo et al., 2001).

A mioglobina contém um grupo heme (um átomo de ferro) associado a uma proteína globular. Ela serve como depósito rápido de oxigênio na fibra muscular, entre duas contrações. Essa estrutura possui maior afinidade pelo oxigênio do que pela hemoglobina do sangue (Swenson et al., 1993).

Segundo Lehninger et al. (1995), o ferro contido no grupo heme se liga ao oxigênio e tem a sua forma reversível, podendo ser oxidado à forma ferrosa (Fe^{+2}), a qual é ativada na ligação reversível de oxigênio para a forma férrica (Fe^{+3}), que pode se ligar a uma molécula de água ou de oxigênio. Portanto, a mioglobina se apresenta na forma reduzida (Mb), de coloração vermelha púrpura; mioglobina oxigenada ou oximioglobina (O_2Mb), de coloração vermelho brilhante; e mioglobina oxidada ou metamioglobina (MetMb) de coloração marrom (Sarantópoulos & Pizzinato, 1990).

A cor da carne pode ser medida objetivamente usando-se vários instrumentos para medir o tom, a saturação, a luminosidade e o brilho (colorímetros) (Valle et al., 2000). Um desses sistemas é o CIE-Lab, sendo o mais empregado hoje em dia. As três coordenadas, L^* (mede a intensidade luminosa), a^* (mede do roxo ao verde) e b^* (mede do amarelo ao azul), caracterizam a cor (Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), especialmente o L^* (luminosidade), a^* (-a = verde; +a = vermelho) e b^* (-b = azul; +b = amarelo).

A quantidade de mioglobina, porém, varia de acordo com a espécie, idade, sexo, músculo e sua atividade física. Assim, a carne de bovinos possui coloração vermelho brilhante e a de suínos e vitelo é mais pálida, ou seja, animais imaturos possuem menos hemoglobina que os já maduros. Também os machos inteiros possuem músculos mais ricos em mioglobina que os castrados ou fêmeas.

As diferenças de conteúdo de mioglobina nas diversas espécies dependem dos tipos de fibras musculares de que as espécies dispõem. Logo, as fibras vermelhas, que possuem bastante citocromo e mioglobina, predominam nos membros dos mamíferos; as fibras brancas, com pouco citocromo, mioglobina e mitocôndrias, são típicas dos músculos peitorais de peru e galinha e existem ainda as fibras intermediárias entre as duas.

Segundo Osório et al. (1998), há diferenças entre as espécies na quantidade de mioglobina. O cavalo apresenta maior quantidade, seguido pelos bovinos, ovinos, suínos e aves.

2.4.3 Perda de peso por cozimento

Segundo Pardi et al. (1993), a perda de peso por cozimento está relacionada ao rendimento da carne no momento do consumo, porém, não se deve apenas à perda de água no cozimento, pois parte de outros nutrientes pode ser perdida em função da temperatura, como, por exemplo, a gordura existente na carne.

Segundo Honikel & Hamm (1994), uma pequena parte (0,1%) da água intracelular do tecido muscular (0,5g H₂O/100g proteína) é classificada como água de constituição, intimamente ligada às moléculas dos miofilamentos. Uma outra parte (5-10%), denominada água interfacial, encontra-se na superfície das proteínas, tem mobilidade relativamente restrita e permanece líquida mesmo após o congelamento (-20°C). Quanto ao restante (90%-95% da H₂O intracelular), discute-se se sofreria alguma atração a partir das proteínas, ou se seria livre, contida apenas pela membrana celular (sarcolema).

2.4 4 Maciez da carne (força de cisalhamento)

A maciez é o principal atributo na avaliação do produto realizada pelo consumidor. Vários fatores influenciam na maciez da carne, dentre os quais pode ser citado os fatores *ante-mortem* e os fatores *post-mortem*. Os fatores *ante-mortem* incluem características genéticas e fisiológicas, manejo e alimentação. Os fatores *post mortem* são: tempo e temperatura de armazenamento após o abate (maturação, congelamento e outros), o modo como a carne é cortada, a adição de agentes amaciantes e os métodos de cozimento (Pardi et al., 1993).

A força de cisalhamento corresponde à resistência das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, sendo maior quando o tamanho do sarcômero diminui (Krausgrill et al., 1999). Alguns pesquisadores, como Dransfield (1994) citado por Felício (2000), utilizam os termos "tenderness" (maciez), quando tratam de medidas físicas da resistência da carne cozida à compressão ou cisalhamento e "sensory tenderness" (maciez sensorial) para designar a resistência à mastigação detectada por provadores. As pesquisas têm demonstrado que existem correlações de média a alta entre os resultados da mensuração física e da avaliação sensorial desse atributo, ou seja, uma carne considerada macia, com base na força de cisalhamento, tem grande probabilidade de ser considerada macia por provadores treinados. Assim, diante das dificuldades em formar e manter um painel sensorial, muitos pesquisadores têm optado pelos testes mecânicos de maciez.

Dentre os fatores *ante-mortem*, Pardi et al. (1993) cita que o sexo pode influenciar na maciez, estando associado com a constituição muscular. Em geral, machos têm carne mais dura que cordeiros castrados e fêmeas, com os animais castrados tendo valores intermediários. Outro fator que pode influir na maciez é o peso. Segundo Gularte et al. (2000), com o aumento do peso de abate, ocorrem

modificações no colágeno e nas proteínas miofibrilares que deixam a carne mais dura, ou seja, aumentando a força de cisalhamento. Segundo Koohmairc (1994), a maciez da carne são afetados em grande parte pela concentração de calpastatina, inibidor das enzimas proteolíticas cálcio-dependentes presentes no músculo. Aproximadamente 20% da maciez da carne é regulada pelo teor de colágeno presente no músculo, influenciando na estabilidade das pontes cruzadas e membranas musculares (epimísio, endomísio e perimísio).

O mecanismo de maturação da carne inicia-se pela ação das calpaínas, que degradam os componentes das linhas Z e digerem as proteínas desmina, titina, troponina C, nebulina, tropomiosina e proteína C. Essas tornam-se polipeptídeos, os quais, por sua vez, serão substratos das catepsinas, que formarão peptídeos menores e aminoácidos livres, constituindo assim uma carne amaciada (Coro et al., 1999, citados por Oda, 2002).

A presença de calpastatina parece ser o maior regulador da atividade das calpaínas e sua capacidade inibitória é bastante decrescida pelo pH final da carne em torno de 5,5. O nível inicial de calpastatina é importante fator na determinação da taxa de amaciamento, embora não afete significativamente sua extensão (Delgado, 2001).

2.5 Composição química da carne

2.5.1 Umidade

A água está presente em concentrações de 71% a 76% no tecido muscular e desempenha função de solvente de substâncias orgânicas e inorgânicas e soluções coloidais (proteínas e carboidratos), permitindo assim o transporte e a reação das substâncias no organismo (Pardi et al., 1993). Badiani et al. (1997) descrevem, em seis equinos adultos, valores de umidade que

variaram de 69,1% a 73,1%, com média de 70,9%. Já Dufcy (1999), trabalhando com equinos de diferentes idades e níveis de maturação da carne, encontrou valores em torno de 74,43g/100g.

2.5.2 Proteína

As proteínas miofibrilares da carne apresentam elevado valor biológico pela disponibilidade em aminoácidos essenciais e pela digestibilidade dos mesmos, sendo que o tecido conjuntivo apresenta menor valor biológico. A digestibilidade da fração protéica da carne varia de 95% a 100% e a proteína da carne contém todos os aminoácidos essenciais ao ser humano. Existem variações no teor protéico da carne em relação aos cortes carneos, idade, alimentação, sexo e raça do animal, embora não sejam significativas (Pardi et al., 1993)

As proteínas musculares podem ser divididas, resumidamente, em: proteínas solúveis em água ou solúveis em solução salina (as proteínas sarcoplasmáticas), proteínas solúveis em solução salina concentrada (miofibrilares) e proteínas insolúveis (do tecido conjuntivo e estruturais). Incluem nas proteínas sarcoplasmáticas a mioglobina e a hemoglobina, nas miofibrilares a actina, miosina, troponina e tropomiosina e a do estroma que constituem o tecido conjuntivo e as proteínas a ele associadas (Forrest et al., 1979).

Segundo Pardi et al. (1993), as proteínas do tecido conjuntivo, constituídas principalmente pelo colágeno e pela elastina, são exceção na composição das proteínas, pois são pobres em aminoácidos essenciais e de difícil digestibilidade. A ingestão diária de 100g de carne fornece aproximadamente 45% a 55% da proteína diária recomendada para humanos.

Em eqüinos de diferentes idades (potros, 30 meses e adultos), Dufcy (1999) encontrou valor médio de proteínas de 21,31g/100g. Badiani et al. (1997), também trabalhando com eqüinos de idades diferentes (5 a 10 anos), observaram valor médio para proteína de 20,03g/100g.

2.5.3 Lipídeos

Existe grande variação no teor de lipídeos presentes na carne bovina, é influenciada por vários fatores, tais como sexo, raça e alimentação do animal, assim como o corte cárneo. O valor energético da gordura da carne é da ordem de 8,5 cal/g. A gordura da carne, além do aspecto energético, é importante pelos ácidos graxos essenciais, colesterol e vitaminas lipossolúveis, sendo também indispensável para os aspectos organolépticos de sabor e culinária (Forrest et al., 1979; Pardi et al., 1993).

Segundo Forrest et al. (1979), a quantidade de gordura na carne é muito variável (2% a 6%), pois depende da quantidade que foi depositada na carcaça e do corte da carne. Os lipídeos de maior interesse nutricional são os triglicéridos, fosfolipídeos, colesterol e vitaminas lipossolúveis. O teor de extrato etéreo se deve principalmente aos ácidos graxos dos triglicéridos e fosfolipídeos.

A gordura contém ácidos graxos essenciais para a dieta do homem, que são poliinsaturados. Porém, apesar da grande quantidade de ácidos graxos insaturados, a gordura da carne é denominada saturada por conter maior porcentagem deste tipo de ácido graxo em relação aos óleos vegetais (Forrest et al., 1979; Dugan, 1976). Nos países desenvolvidos, os consumidores estão à procura de alimentos com menos gordura na composição das comidas para evitar o acúmulo destas no organismo. Por isso, alimentos dietéticos e a carne que consideram saudável é aquela com baixo teor de ácidos graxos saturados e

maior quantidade de ácidos graxos insaturados. Segundo Robelin et al. (1984) a carne de cavalo é considerada uma “carne dietética”. Comparada à carne de bovino de mesmo peso e grau de gordura, a carcaça de eqüino possui maior volume de gordura subcutânea e de cavidade e menor quantidade de gordura intramuscular e intermuscular (Rossier & Berger, 1988).

Segundo Badiani et al. (1997), que averiguaram a composição da carne de eqüinos e encontraram valores médios de 6,63g/100g, as informações são poucas sobre os parâmetros nutricionais da carne (ácido graxo e perfil de lipídeos). Dufey (1999) observou valores de lipídeos em torno de 1,07 a 4,24g/100g. Sinclair et al. (1982) encontraram, em músculos da perna de eqüinos, valor médio de 1,02g/100g. Forrest et al. (1979) citaram que o lipídeo é o componente químico que apresenta maior variabilidade nos músculos, pois o aumento de lipídeos não depende, necessariamente, do crescimento muscular, e sim da dieta nutricional. Pardi et al. (1993) citam também a espécie, raça, sexo, manejo, região anatômica, idade e até mesmo o clima, como fatores que influenciam no teor de gordura dos músculos.

2.5.4 Minerais

Minerais são elementos inorgânicos que servem para uma série de funções, como cofatores nas reações de catalização por enzimas, na regulação do equilíbrio ácido-básico, na condução nervosa e irritabilidade muscular e como elementos estruturais no corpo. Cada mineral é necessário em quantidades específicas, variando de microgramas a gramas por dia. Alguns dos mais importantes são cálcio, sódio, potássio e ferro (Champe & Harvey, 1996).

Segundo Pedersen (1994), muitos ions, particularmente os de cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto, podem catalizar a oxidação dos lipídeos da carne, o que mais tarde resume-se em rancidez. Eles podem também ser partes

integrantes de compostos orgânicos, como ferro, na molécula de hemoglobina, o iodo, na tiroxina, o cobalto, na ciano cobalamina, o zinco, na insulina, o enxofre, na tiamina e na biotina (Franco, 2001). Segundo Catalano et al. (1986), poucas informações existem sobre a composição mineral da carne de cavalo.

2.6 Colesterol

O colesterol, uma substância do tipo lipídio-derivado ou lipídio-esteróide, presente predominantemente nas gorduras animais, realiza uma série de funções vitais no corpo, como componente essencial das membranas celulares e como precursor dos ácidos biliares, hormônios esteróides e vitamina D. Porém, o colesterol plasmático em níveis elevados aumenta o risco de doença cardiovascular. Indivíduos com níveis de colesterol elevado mostram uma incidência elevada de aterosclerose, que é uma doença crônica, na qual depósitos de colesterol e ésteres de colesterol se acumulam sobre a superfície interna das artérias de calibre grande e médio, dificultando o sistema cardiovascular (Lehninger et al., 1995).

Segundo Mayes (1994), aproximadamente metade do colesterol do organismo origina-se da biossíntese (colesterol endógeno) e o restante é fornecido pela dieta (colesterol exógeno). Do colesterol endógeno, 50% são sintetizados pelo fígado, 15% pelo intestino e o restante pela pele. Quando a alimentação é rica em colesterol, ocorre um bloqueio em sua síntese endógena. Por outro lado, a redução muito acentuada de colesterol alimentar pode aumentar a sua síntese biológica.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, J. C. Microbial implications in handling, slaughtering, and dressing meat animals. *Advances in Food Research*, London, v. 6, n. 3, p. 101-107, 1955.

APPLE, J. K.; DIKEMAN, M. E.; MINTON, J. E.; McMURPHY, R. M.; FEDDE, M. R.; LEIGHT, D. E.; UNRUH, J. A. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of darck-cutting longissimus muscle of Sheep. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, n. 8, p. 2295-2307, Aug. 1995.

ARGENZIO, R. A. Funções gerais do trato gastrointestinal e seu controle e integração. In: SWENSON, M. J. et al. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 297-318.


BADIANI, A.; SLIPA, S.; NANNI, N. Nutrient profile of horsemeat. *Journal of Food Composition and Analysis*, Orlando, v. 10, n. 3, p. 254-269, 1997.

BARTON GADE, P.; BLAABJERG, L.; CHRISTENSEN, L. New Lairage system for slaughter pigs. Effects no behavior and quality characteristics. In: *INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 38., 1993, Clemmont Ferrant. *Proceedings...* Clermont Ferrand, France, 1993. v. 2, p. 161-164.

BONAGURIO, S. *Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos*. 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRESSAN, M. C. *Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango*. 1998. 201 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

BRESSAN, M, C. et al. *Controle da qualidade relacionada a alimentos*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 132 p.



BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. Tecnologia de carnes e pescados. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 225 p.

CATALANO, A. L.; QUARANTELLI, A. Caratteristiche di carcassa e composizione chimico-bromatologica delle carni di puledri da latte. *Clinica Veterinária*, Milan, v. 102, p. 498-506, 1986.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. *Bioquímica ilustrada*. 2. ed. Porto Alegre: ARTMED, 1996. 306 p.

CIE. Colorimetry. 2. ed. *CIE Publications n. 15. 2*, Commission Internationale de l'Eclairage, Viena, 1986.

CORÓ, F. A. G.; YOUSSEF, E. Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne de zebu: o que está por trás da sua textura? *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 23, n. 271, p. 28-33, set. 1999.

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

DELGADO, E. F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro, SP. *Anais...* São Pedro: CTC/ITAL, 2001.

DEVINE, R. L'ê marche dès produits carnés em 1995. *Viandes et Produits Carnés*, Bordeaux, v. 17, 79-90, 1996.

DUFEY, P. A. Fleischqualität von Pferden unterschiedlichen Alters. *AgrarForschung*, Hannovers, v. 6, n. 3, p. 99-102, 1999.

DUFEY, P. A. Sensory and physicochemical properties of meat from horses of different age groups. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 42., 1996, Lillehamer, Norway. *Proceedings...* Lillehamer, Norway, 1996. p. 556-557.

DUGAN, L. R. Jr. Composición química de los tejidos animais, Grasas. SCHWEIGERT, B. S. (Ed.). *Ciência de la carne y de los produtos cárnicos*. Zaragoza: Acribia, 1976. 668 p.

FAO. Report of a joint expert consultation: fats and oils in human nutrition. **FAO Food and Nutrition Paper**, Rome, v. 57, p. 49-55, 1994.

FELÍCIO, E. F. Avaliação da qualidade da carne. In: **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE**, 1998, Campinas. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p. 92-99.

FELÍCIO, E. F. Qualidade de carne Nelore e o mercado mundial. In: **SEMINÁRIO DO PMGRN: Comemoração dos 32 anos de GEMAC**, 9., 2000, Campinas.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciência de la carne**. Tradução Bernabé Sanz Pérez. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p. Tradução de: **Principles of meat Science**.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: ATHENEU, 2001. 307 p.

GULARTE, M. A.; TREPTOW, R. O.; POUHEY, J. L. F.; OSÓRIO, J. C. S. Idade e sexo na maciez da carne de ovinos da raça Corriedale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 485-488, maio/jun. 2000.

HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of Water-Holding Capacity and Juiciness. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. 1994. Cap. 5, p. 125-159. (*Advances Meat Research*, 9).

HOPKINS, D. L.; FORGARTY, N. M. Diverse lamb genotypes – 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 459-475, Aug. 1998.

JARDIM, N. S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, L. 1766)**. 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, J. **Principles of meat science**. Dubuque, Iowa: Kendal Hunt Publishing, 1989.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, Oxford, v. 36, n. 1/2, p. 93-104, 1994.

KRAUSGRILL, D. J.; TULLOH, N. M.; SHORTHOSE, W. R.; SHARPE, K. Effects of weight loss in ewes in early pregnancy on muscles and meat quality of lamb. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 132, n. 2, p. 103-166, Mar. 1999.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO – Anuário estatístico de produção e consumo de carnes no Brasil – 2002

MARTUZZI, F.; CATALANO, A. L.; SUSSI, C.; Characteristics of horse meat consumption and production in Italy. *Annali della Facolta di Medicina Veterinária*, Parma, n. 21, p. 213-223. 2002.

MAYES, P. A. Colesterol: síntese, transporte e excreção. In: MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. *Harper: bioquímica*. 7. ed. São Paulo: Atheneu, 1994. p. 262-274.

MCCARTHY, P. A.; BROWN, W.; HAMDY, M. K. Microbiological studies of bruised tissues. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 28, n. 3, p. 245-253, May/June 1963.

NOWAK, R. M. & PARADISO, J. L. *Walker's mammals of the world*. 4. ed. Baltimore: John Hopkins University Press, 1983.

ODA, S. H. I. Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris Hydrochaeris* L. 1766). 2002. 145 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVIO, R.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 25, n. 289, p. 44-49, mar. 2001.

OSÓRIO, J. C. S.; ASTIZ, C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; ALFRANCA, I. S. Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 1998. 166 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia de obtenção e transformação. Goiânia: Centro Editorial Gráfico da Universidade de Goiás, 1993. v. 1, 586 p.

PEDERSEN, S. W. Química de los tejidos animales. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. Ciência de la carne y de los productos carnicos. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 125-138.

PERSON, A. M. Introduction to quality atributes and their measurement and fish products. In. PERSON, A. M.; DUTSON, T. R. Advances in meat research. 1994. v. 9, 505 p.

PRADO, O. V. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos. Lavras: UFLA, 2000. 109 p.

PRICE, M. C.; SCHWEIGERT, B. S. Ciência de la carne y los productos cárnicos. Tradução por: A. Marcos Barrado Zaragoza (Espanha). Ed: Acribia, 1976.

ROBELIN, J. et al. Caractéristiques des carcasses et qualités de la viande de cheval. In: JARRIGE, R.; MARTIN-ROSSET, W. (Ed.). *Lê cheval reproduction – sélection – alimentation – exploitation*. Paris: INRA Publications, 1984. p. 601-610.

RODRIGUES, T. P.; da SILVA, T. J. P.; CARVALHO, E. C. Q.; TUNALA, V.; PAULINO, F. O. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de eqüinos e maciez da carne. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Anais... UFRGS, 2002.

ROSSIER, E.; BERGER, C. La viande de cheval: des qualités indiscutables et pourtant meconnues. Paris, France: CEREOPA-ITEB, 1988.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da Carne Bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS: reprodução e genética aplicada aos zebuínos. 2., 1996, Anais... 1996. p. 1.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-12, jan./jun. 1990.

SARANTÓPOULOS, I. A.; GUEDES, L. B. R. Implantação de QFD em uma Indústria de Alimentos – Sadia Concórdia S. A. In: CHENG, L. C. et al. QFD – Planejamento da qualidade. FCO/UFMG. Belo Horizonte-MG, 1995. p. 211-234.

SILVEIRA, E. T. F. Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína. 1997. 226 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia de alimentos, Campinas, SP.

SINCLAIR, A. J.; SLATTERY, W. J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. *Journal of Science and Food Agriculture*, London, v. 33, n. 8, p. 771-776, Aug. 1982.

SOUZA, X. R. Efeitos de grupos genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento. 2001. 119 p. Tese (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 27-30.

VALLE, R. H. P.; CARVALHO, E. P.; BRESSAN, M. C. Controle da qualidade relacionado à alimentos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 132 p.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 2. ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1993. p. 1190-1206.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA SOBRE GRUPO PESO E SEXO AO ABATE NA QUALIDADE DA CARNE DE EQÜINOS (*EQUUS CABALLUS*).

RESUMO

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. Avaliação físico-química de grupo peso e sexo ao abate na qualidade da carne de eqüinos (*Equus caballus*). In: _____ Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*Equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os aspectos qualitativos da carne. Lavras: UFLA, 2003. p.27-58. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos fatores diferentes peso ao abate e sexo e suas possíveis interações sobre a qualidade da carne de eqüinos. O experimento foi conduzido no setor de Tecnologia de Carnes do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). No total, 20 eqüinos (10 machos castrados e 10 fêmeas) foram abatidos e separados em quatro categorias preestabelecidas de acordo com altura, sendo grande (>1,54 mts) e pequenos (<1,54 mts) e peso ao abate sendo: 88,82-97,88 kg (C₁); 102,20-115,80 kg (C₂); 129,71-160,69 kg (C₃) e 162,80-236,40 kg (C₄). A distribuição dos eqüinos quanto ao sexo foi realizado de acordo com faixa de peso dentro das categorias. Os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) foram retirados das carcaças esquerdas e analisados: pH, cor (sistema CIELAB), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). A instalação do *rigor mortis* aconteceu às 15 horas *post-mortem*, em que o pH médio foi de 5,8. Categoria de peso e sexo não influenciaram no pH final, sendo o valor médio de 5,72 (LD e SM). Para PPC, foi encontrada diferença significativa (P<0,05) para diferentes categorias de peso, onde eqüinos mais leves apresentaram maiores perdas (50,03) do que os mais pesados (41,62). Para FC, os valores médios encontrados foram de 4,32 kgf (LD) e 4,07 (SM), sendo a carne de eqüino considerada uma carne macia. Sexo e categoria de peso não influenciaram na FC. Para cor, sexo não influenciou o valor de luminosidade (L). As médias encontradas foram de 28,83 e 31,13, para macho e fêmea, respectivamente. Categoria de peso influenciou (P<0,05) no teor de vermelho (a*), no músculo LD, sendo que animais mais pesados apresentaram uma coloração mais intensa (23,20 –LD) do que animais mais leves (19,22-LD). Categoria de peso (P<0,01) e sexo (P<0,05) influenciaram no teor de amarelo (b), sendo que eqüinos mais pesados apresentaram valores maiores (1,65) do que eqüinos de peso intermediário e leves (-0,87) nos

¹ Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan – UFLA (Orientadora), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

músculos LD e SM. Machos apresentaram valores menores (-0,96) do que fêmeas (0,36) no músculo SM.

ABSTRACT

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. Physical-Chemical valuation of group weight and sex at slaughter in the quality of meat of equines (*Equus caballus*). In: _____ Valuation of a characterization system of equines (*Equus caballus*) to the slaughter through the weight of carcass and the qualitative aspects of meat. Lavras: UFLA, 2003. p.27-58. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

The present study had as objective to evaluate the effect of different factors of weight at slaughter and sex and its possible interactions in the quality of meat of equines. The experiment was conducted in the sector of Technology of Meat in the Science Department of Food of Universidade Federal de Lavras (UFLA). A total of 20 equines (10 castrated males and 10 females) was slaughtered and separated in four pre-established categories according to tallness, being big (> 1.54 Mts.) and small (< 1.54 Mts.) and weight at slaughter being: 88.82-97.88 kg (C₁); 102.20-115.80 kg (C₂); 129.71-160.69 kg (C₃) and 162.80-236.40 kg (C₄). The distribution of equines in relation of sex was made according to the weight within the categories. The *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles were removed of the left carcasses and analyzed: pH, color (CIELAB system), loss of weight at cooking (LWC) and cutting force (CF). The installation of *rigor mortis* happened at 15 hours *post mortem*, where the average pH was 5.8. Category of weight and sex didn't have any influence in the final pH, being the average value 5.72 (LD and SM). For LWC, significant difference was found (P<0.05) for different categories of weight, where lighter equines presented greater losses (50.03) than heavier ones (41.62). For CF, the average values found were 4.32 kgf (LD) and 4.07 (SM), being the meat of equine considered a soft meat. Sex and category of weight didn't have any influence in CF. For Color, sex didn't have influence in the value of luminosity (L*), being that the averages found were 28.83 and 31.13 for males and females, respectively. Category of weight had influence (P<0.05) in the content of red (a*) in the LD muscle, being that heavier animals presented a more intense coloring (23.20 –LD) than lighter animals (19.22 – LD). Categories of weight (P<0.01) and sex (P<0.05) had influence in the content of yellow (b*), being that heavier equines presented greater values (1.65) than the

¹ Guindance Committee: Maria Cristina Bressan – UFLA (Major Professor), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

intermediate and lighter equines (-0.87) in the LD and SM muscles. Males presented greater values (-0.96) than females (0.36) in the SM muscle.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo dados da FAO (2000), foram abatidos aproximadamente 93.500 eqüinos e muares, correspondendo a 132 mil toneladas de carne produzidas no período compreendido entre 1990 a 1997. Em Minas Gerais, as exportações dessa carne atingiram cifras anuais de 5 mil toneladas em 2001 e 2002. Normalmente, esses dados oficiais referem-se a animais abatidos sob inspeção federal e destinam-se à exportação para países da comunidade européia.

Esse tipo de carne, tradicionalmente, tem como fator limitante para o consumo o preconceito. Por outro lado, existem dispositivos legais que permitem o abate, preparo e distribuição dessa carne no mercado nacional, desde que os produtos que contenham essa matéria-prima relacionem no rótulo sua presença. Isso tem estimulado sua utilização na indústria de salsicharia (cerca de 2/3 de toda a carne eqüina produzida têm esse destino). Associado a isso, o custo econômico dos animais para o abate é bem inferior ao de bovino, pois, normalmente, são animais de descarte ou animais velhos. Esses aspectos estão estimulando a obtenção da carne eqüina e sua utilização. Entretanto, os dados que caracterizam a qualidade físico-química da carne e nutricional são desconhecidos, dificultando o trabalho de divulgação, comercialização e industrialização da mesma.

A falta de padronização morfológica de eqüinos para o abate, principalmente no Brasil, leva à necessidade de criar categorias de peso, dentro da realidade de animais levados ao abate no Sul de Minas, animais de diferentes origens e, conseqüentemente, muito heterogêncos. O presente trabalho busca propor uma divisão em quatro categorias de peso, considerando uma análise zootécnica no momento do abate de altura, sendo grande (>1,54 metro) e

pequeno (<1,54 metro) e o aspecto de cobertura muscular, baseada em uma adaptação da tabela de escore de condição corporal elaborada por Hennek et al., (1983). Equino magro é aquele que visualmente, na avaliação *ante-mortem*, apresenta baixa cobertura muscular na altura das costelas, evidenciando na garupa a ponta dos ossos do ílio e ísquio; gordo é aquele equino que apresenta boa cobertura muscular, não evidenciando os ossos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do peso e sexo nas características de qualidade da carne (declínio *post-mortem* do pH, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e cor) dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* de equinos (*Equus caballus*) pré-selecionados, considerando a altura e peso, sendo pequeno e magro (C1) o peso médio de 88,82 a 97,88 kg; pequeno e gordo (C2) de 102,20 a 115,80 kg; grande e magro (C3) de 129,71 a 160,69 kg e grande e gordo (C4) de 162,80 a 236,40 kg.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Especificação do material e condutas

No total, 20 eqüinos (10 machos castrados e 10 fêmeas), sem raça definida, foram abatidos convencionalmente, em um frigorífico do sul de Minas Gerais, no período entre setembro e outubro de 2002.

No pré-abate, os eqüinos foram submetidos a jejum e dieta hídrica regulamentares nos anexos do frigorífico. No momento precedente ao abate, os animais passaram por duchas de água fria e foram encaminhados para o box de atordoamento, onde foram insensibilizados por choque mecânico (pistola de dardo cativo). Entre 20 a 30 segundos depois do atordoamento, os eqüinos foram sangrados, esfolados, eviscerados e divididos em duas meias carcaças. O período entre a insensibilização e a entrada da carcaça na câmara fria foi, em média, de 60 minutos. A temperatura inicial das carcaças medidas no interior das massas musculares foi de 27°C nos músculos LD e SM. As condições da câmara fria durante o resfriamento das carcaças foram: temperatura inicial dentro da câmara 10°C, umidade relativa de 86% e velocidade do ar de 0,12 m/s. Após 24 h *post-mortem*, as temperaturas médias das massas musculares das meias carcaças esquerdas foram de 2°C e 4°C nos músculos LD e SM, respectivamente.

2.2 Tratamentos

Os eqüinos, após cumprirem o tempo de descanso, foram classificados de acordo com a altura e categorias de peso convencionais da indústria, conforme observações zootécnicas do responsável técnico do estabelecimento. preestabelecida para este experimento baseadas em uma adaptação da tabela de escore de condição corporal elaborada por Henneck et al. (1983), ao todo, foram

quatro categorias e cinco animais por categoria e as categorias apresentadas da seguinte forma:

- categoria 1, animais pequenos (<1,54 metros) e com baixa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 88,82 a 97,88 kg (intervalo de confiança de $93,2 \text{ kg} \pm 4,68$);
- categoria 2, animais pequenos (<1,54 metros) e com boa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 102,20 a 115,80 kg (intervalo de confiança de $109 \text{ kg} \pm 6,80$);
- categoria 3, animais grandes (>1,54 metros) e com baixa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 129,71 a 160,69 kg (intervalo de confiança de $145,2 \text{ kg} \pm 15,49$);
- categoria 4, animais grandes (>1,54 metros) e com boa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 162,80 a 236,40 kg (intervalo de confiança de $162,80 \text{ kg} \pm 36,80$);

A distribuição de animais machos castrados e fêmeas foi realizada de acordo com os pesos apresentados *post-mortem* nas diferentes categorias de peso, sendo que cada grupo foi formado por cinco animais (cada animal foi considerado uma unidade experimental); o grupo C₁ foi constituído de 1 macho (M) e 4 fêmeas (F); C₂ com 2 M e 3 F; C₃ com 4 M e 1 F e C₄ com 3 M e 2 F. Os pesos apresentados pelos animais *pós-mortem*, livre das vísceras, nas categorias foram: C₁ (89 kg, 90 kg, 93 kg, 97 kg e 97 kg); C₂ (103 kg, 105 kg, 109 kg, 111 kg e 117 kg); C₃ (125 kg, 146 kg, 146 kg, 150 kg e 159 kg); C₄ (168 kg, 174 kg, 196 kg, 230 kg e 230 kg).

As carcaças, 24 h *post-mortem*, foram desossadas e os músculos LD e SM foram separados das meias carcaças esquerdas. Os músculos foram envoltos em papel de alumínio, identificados e acondicionados em caixas térmicas a

10°C, temperatura esta convencional para o transporte. No laboratório, os músculos foram congelados a -12°C em freezer convencional e mantidos até a realização das análises.

2.3 Coleta de amostras

Após 24 h *post-mortem*, foram retiradas as carcaças da câmara fria e colocadas em uma sala de dessossa, a temperatura de 15°C. Dai foram retirados os músculos LD e SM, embalados em papel alumínio e acondicionados em caixa isotérmica a 10°C, pela de colocação de gelo e monitorado por termômetro, para o transporte até laboratório. No laboratório, os músculos foram congelados a -12°C em freezer convencional e mantidos até a realização das análises.

2.4 Análises laboratoriais

2.4.1 Determinação de pH

As determinações de pH foram realizadas nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimenbranosus* (SM), da meia carcaça do lado esquerdo, nos tempos 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15 e 24 horas *post-mortem* (p.m.), com o auxílio de um potenciômetro digital portátil (DIGIMED modelo DM20), equipado com eletrodo de inserção, com resolução de 0,01 unidade de pH. O aparelho foi calibrado em solução tampão de pH 4,0 e pH 6,86. As determinações dos valores de pH foram realizadas em três diferentes pontos de cada músculo, com inserção do eletrodo através de um corte com a ponta de uma faca. A média das três leituras foi usada na análise estatística. Concomitantemente, foram determinadas a temperatura dos músculos LD e SM e a umidade relativa do ar.

2.4.2 Preparo das amostras

As amostras para as determinações de cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram descongeladas em geladeira a 10°C e posteriormente identificadas em três porções e mantidas embaladas em papel alumínio até o momento das análises.

2.4.3 Determinações físicas

A cor das amostras foi avaliada pelo sistema CIE L*, a* e b*, em que L* representa o índice de luminosidade, a* o teor de vermelho e b* o teor de amarelo. A medida de cor foi realizada com a utilização de um colorímetro (Minolta Chroma Meter, modelo CR-300b), calibrado para um padrão branco em ladrilho (Bressan, 1998). As amostras foram retiradas das porções cranial, medial e caudal dos músculos LD e SM, sendo seccionados cubos de 15cm de largura e 10cm de espessura e expostas (superfície do corte) ao ar durante 30 minutos. As medidas da cor foram tomadas nas três porções de ambos os músculos, em três pontos distintos para cada porção. O valor médio dessas 9 leituras foi utilizado na análise estatística.

A perda de peso por cozimento (PPC) foi determinada conforme descrição de AMASA (1978). As amostras foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica (Hobart-Dayton modelo 14239), embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a 150°C até atingirem a temperatura interna de $72 \pm 2^\circ\text{C}$. A temperatura foi monitorada com termômetro digital. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu à PPC. As análises foram realizadas em triplicata e o valor médio desses resultados foi utilizado na análise estatística.

Após a determinação da PPC, as amostras dos músculos LD e SM, cozidos, foram utilizadas para análise de força de cisalhamento (FC). Para determinação de FC foram retiradas frações das amostras, obedecendo ao sentido longitudinal das fibras e evitando a presença de gorduras ou inervações aparentes. A análise de FC foi realizada usando três amostras com três repetições das porções cranial, medial e caudal de cada músculo, que foram retiradas no formato de retângulos (2,5 cm de comprimento, 1 cm de largura e 0,2 cm de espessura), com auxílio de faca afiada. A FC foi determinada pela secção transversal das fibras dos músculos LD e SM, em texturômetro acoplado a probe Warner-Bratzler, numa escala variando de 0 a 10 Kgf (Wheeler & Koochmaraic, 1994). O valor médio dos resultados obtidos das análises das 9 amostras de cada unidade experimental foi utilizado na análise estatística.

2.4.4 Delineamento experimental e análise estatística

Para as análises de cor, PPC e FC, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, sendo dois sexos (macho e fêmea) e quatro categorias de peso (C₁, C₂, C₃, C₄). Os resultados foram analisados por meio do programa estatístico SAS versão 6.12 (SAS, 1985). Quando a análise de variância identificou diferenças, os dados foram submetidos ao teste de t e tukey.

O modelo experimental para as análises de cor, PPC e FC foi:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + E_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observações no músculo de eqüinos, do sexo i , categoria j em repetições k ;

μ = média geral do experimento;

S_i = efeito do sexo, sendo $i = 1,2$;

C_j = efeito da categoria de peso, sendo $j = 1,2,3,4$;

E_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 ;

O modelo experimental para as medidas de pH foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_j + E(ij)l + T_k + (ST)_{ik} + (CT)_{jk} + E_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = valor de pH do sexo i , na categoria j , no horário de medição k com repetições l ;

μ = média geral do experimento;

S_i = efeito do sexo i , sendo $i = 1,2$;

C_j = efeito da categoria j , sendo $j = 1,2,3,4$;

$E(ij)l$ = erro associado ao valor de pH eo sexo i , na categoria j ;

T_k = efeito do horário de medição k , sendo $k = 1,2,3,4,5,6,7,8$ (para valores de pH);

$(ST)_{ik}$ = efeito da interação entre sexo i e o horário de medição do pH k ;

$(CT)_{jk}$ = efeito da interação entre categoria j e o horário de medição do pH k ;

E_{ijkl} = erro associado à observação Y_{ijkl} , normalmente distribuída, com média 0 e variação σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Declínio do pH post-mortem (p.m.)

As médias dos valores de pH nos músculos LD e SM de eqüinos machos e fêmeas nas diferentes faixas de peso estão representadas nas Figuras 1 e 2.

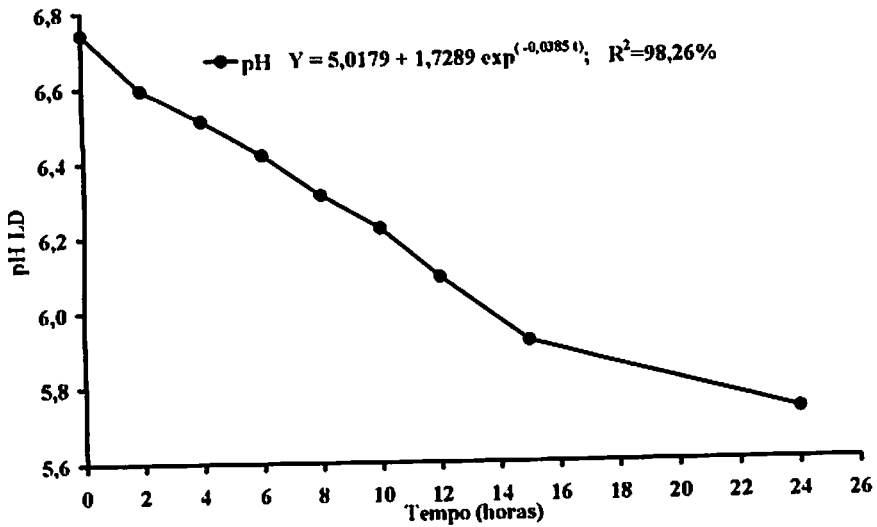


FIGURA 1 Médias dos valores de pH do músculo LD.

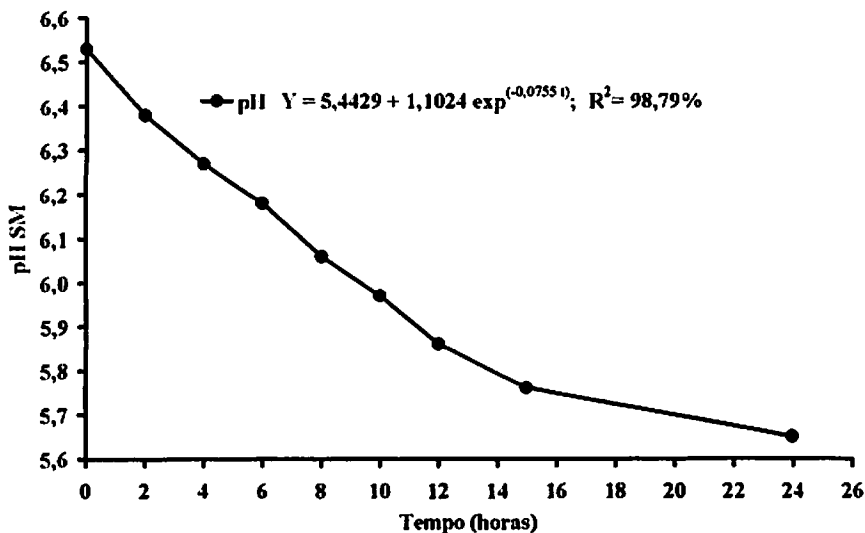


FIGURA 2 Médias dos valores de pH do músculo SM.


A análise de variância dos dados de pH mostrou que tanto no músculo LD como SM os fatores sexo e categoria não afetaram o declínio do pH e o pH final. As reações bioquímicas *post-mortem* (*p.m.*) ocorreram de forma normal.

Considerando que o início do *rigor* ocorre com pH de 5,9 (Honikel et al., 1981) e observando-se os valores médios de pH no músculo LD e SM, verifica-se que, em eqüinos, o declínio de pH é relativamente lento quando comparado com espécies de açougue, pois o início do *rigor* ocorreu entre 14 e 18 horas. Rodrigues (2002), trabalhando com 12 eqüinos de diferentes idades, observou pH de 5,9 às 15 h *post mortem*. Em ovinos, o *rigor* ocorre entre 4 a 10 h *p.m.* (Souza, 2001; Bonagurio, 2001); em búfalos e bovinos de raça Nelore, entre 2,5 a 5 h *p.m.* (Rodrigues, 2002); em espécies não adaptadas ao convívio do homem como a capivara, Jardim (2001) e ODA (2002) observaram uma instalação

superficial do *rigor* em que os valores de pH permaneceram acima de 6,0 nas 24 h p.m. Os autores atribuem o elevado pH ao estresse pré-abate.

No presente trabalho, embora o desenvolvimento das reações bioquímicas tenha sido lento, a média de pH final demonstrou efetiva acidificação da carne. Ainda com relação ao pH final, Weynermman e Dzapo (1997), estudando em eqüinos o desenvolvimento das reações p.m., encontraram médias de pH entre 5,65 e 5,70. Pérez Chabela et al. (1999), comparando o pH de eqüinos e bovinos, observaram os valores médios de pH final de 5,8 e 5,36, respectivamente, demonstrando que os eqüinos possivelmente sejam aptos a apresentarem, no pré-abate, quantidades de reservas energéticas (glicogênio) capazes de garantir as reações de transformação do músculo em carne de maneira adequada a manter a vida-de-prateleira do produto, bem como sua aptidão para a exportação. De acordo com Arcos-Garcia et al. (2002), o comportamento do pH p.m. de eqüinos é semelhante ao de bovinos. Forrest et al. (1979) consideram valores de pH final normal entre 5,5 e 5,8. Entretanto, Dufey (1996), avaliando o pH de eqüinos velhos, encontrou valores médios finais de 6,0 e estas amostras apresentaram coloração escurecida.

Os dados permitiram traçar curvas de regressão que se ajustaram com os coeficientes de determinação (R^2) de 98,26% e 98,79% nos músculos LD e SM, respectivamente. Diferente do observado neste trabalho, Bragagnolo (1997) cita que fêmeas depositam maior teor de gordura do que animais machos, resultado da influência dos hormônios estrogênicos que ocorre a partir da puberdade. Possivelmente, a presença de gordura, nesse caso, funcionou como um isolamento térmico, evitando a queda de temperatura no interior do músculo. E temperaturas mais elevadas no p.m. são responsáveis por um aumento na velocidade da glicólise, aumento na produção de ácido láctico e maior queda nos valores de pH. Entretanto, outros autores que compararam o efeito do sexo sobre a velocidade de instalação do *rigor* não encontraram efeito significativo:



Weynermman & Dzapo (1997) em eqüinos; Souza (2001), Bonagurio (2001), Vergara et al. (1999) e Velasco et al. (2000) em ovinos e Jardim (2001) em capivaras.

Resultados semelhantes foram relatados por Bonagurio (2001) que, analisando o efeito de grupos de peso de 15, 25, 35 e 45 kg, encontrou valores de pH final semelhantes nos músculos LD e SM de cordeiros. Entretanto, Sañudo et al. (1996), que trabalharam com cordeiros de diferentes categorias de pesos, encontraram médias de pH final mais elevadas para o grupo mais pesado, fato atribuído à menor quantidade de glicogênio muscular no momento do abate.

3.2 Cor (L^* , a^* e b^*)

Os valores médios de L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) do músculo *longissimus dorsi* (LD) e *semimenbranosus* (SM) estão representados na Tabela 1 abaixo e os quadros ANAVA apresentados no final em anexos.

TABELA 1 Valores médios para os dados de luminosidade (L), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) no músculo LD e SM em diferentes categorias e sexo e respectivos erros-padrão (\pm EP) de eqüinos.

Categoria	L	a*	b*
	<i>Longissimus dorsi</i>		
C1	31,08 ^a \pm 1,34	19,22 ^b \pm 0,64	-1,62 ^b \pm 0,59
C2	30,24 ^a \pm 1,28	19,37 ^b \pm 0,61	-0,69 ^b \pm 0,56
C3	30,34 ^a \pm 1,34	20,53 ^b \pm 0,64	-0,28 ^b \pm 0,59
C4	30,65 ^a \pm 1,28	23,20 ^a \pm 0,61	1,88 ^a \pm 0,56
M	29,16 ^a \pm 0,95	20,15 ^a \pm 0,45	-0,11 ^a \pm 0,42
F	32,00 ^a \pm 0,95	21,00 ^a \pm 0,45	-0,24 ^a \pm 0,42
<i>Semimembranosus</i>			
C1	28,00 ^a \pm 1,20	19,15 ^a \pm 0,75	-1,70 ^b \pm 0,50
C2	29,10 ^a \pm 1,15	18,52 ^a \pm 0,72	-0,25 ^b \pm 0,47
C3	29,93 ^a \pm 1,20	19,24 ^a \pm 0,75	-0,34 ^a \pm 0,50
C4	30,45 ^a \pm 1,15	21,39 ^a \pm 0,72	1,41 ^a \pm 0,47
M	28,49 ^a \pm 0,85	18,75 ^a \pm 0,54	-0,96 ^b \pm 0,36
F	30,25 ^a \pm 0,85	20,40 ^a \pm 0,54	0,36 ^a \pm 0,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste T e de Tukey a 5% de significância

A análise de variância não demonstrou efeito significativo da variável sexo e categoria sobre os índices de L* e a* no músculo LD e SM. As médias encontradas foram de 29,16 a 32,00 e 28,00 a 30,45 para os índices de L* nos músculos LD e SM, respectivamente. Para os índices de a*, as médias foram de 19,22 a 23,20 e 18,52 a 21,39 nos músculos LD e SM, respectivamente. Resultados diferentes foram descritos por Bonagurio (2001) que, trabalhando com cordeiros, encontrou valores de L* superiores para fêmeas (38,88 a 29,49)

em relação a machos (36,30 a 27,21). Normalmente, a luminosidade em carnes pode ser afetada por diferentes fatores, tais como: composição química (Souza, 2001) e percentual de umidade (Bonagurio, 2001), sexo (Oda, 2002), espécie (Rodrigues, 2002), peso e idade ao abate (Prado, 2001), manejo e condições pré-abate (Bressan & Beraquet, 2002), operações de abate e pH final. Entretanto, Souza (2001), trabalhando com cordeiros, não verificou influência da variável sexo sobre os índices de luminosidade, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Prado (2000), Jardim (2001) e Souza (2001), estudando diferentes pesos ao abate, verificaram que o peso influencia nos índices de luminosidade e que animais mais leves apresentam carnes mais luminosas ou mais claras. Estes autores afirmam que luminosidade mais elevada é resultado de maior umidade da carne. Isso está de acordo com Vergara et al. (1999), que descrevem que, com o aumento do peso dos animais, ocorre uma redução nos índices de luminosidade, decorrente do aumento no teor de gordura da carne.

Nas diversas espécies, os valores encontrados para L^* foram: de 31,54 a 35,84 em capivaras (Jardim, 2001); 23,98 a 34,88 em bovinos adultos (Picallo et al., 1998; Mooney et al., 1998); de 49,05 a 50,21 em suínos (Silveira, 1997) e de 46,4 a 49,70 em aves (Contreras, 1995). Comparando-se os dados da literatura para as diferentes espécies, observa-se que a carne de equinos apresenta uma luminosidade que assemelha-se àquela observada em bovinos.

A análise de variância identificou efeito significativo ($P < 0,01$) para os músculos LD da variável categoria sobre o teor vermelho (a^*). Este resultado mostra que animais mais pesados (C4) apresentam índices de vermelho mais intenso, tendo as médias encontradas sido de 18,52 a 23,20.

Resultados semelhantes a este trabalho foram encontrados por Sañudo et al. (1996) que, ao trabalharem com diferentes faixas de peso ao abate em

cordeiros, observaram que carcaças de pesos mais leves apresentaram valores menores de a^* que as carcaças de peso intermediário e pesadas. Segundo Prado (2001), Jardim (2001) e Bonagurio (2001), o aumento de peso é seguido pelo aumento da massa muscular, aumentando a irrigação sanguínea, com maior concentração de proteínas sarcoplasmáticas e outros pigmentos, apresentando com isto maior teor de vermelho.

Os valores de a^* encontrados variam de espécies. Jardim (2001) encontrou valores médios para carne de capivara de 9,64 a 12,77; para bovinos criados a pasto, Picallo et al (1998) encontraram valores de 12,28 a 14,28 no músculo LD; valores em torno de 12,92 a 18,01 foram citados para carne de ovinos por Souza (2001); Silveira (1997) cita valores encontrados para suínos de 5,50 a 5,94; em aves, Contreras (1999) cita valores de 1,9 a 3,0 para músculo do peito. Observando-se os índices de a^* citados na literatura, é possível verificar que a carne de eqüino é uma carne com um teor de vermelho intenso. Os valores encontrados neste trabalho são bem superiores aos de outras espécies.

A variável sexo não influenciou os índices de vermelho. Os valores médios encontrados foram de 18,75 a 21,00. Valores semelhantes foram encontrados por Souza (2001) e Vergara et al. (1999) que, trabalhando com ovinos de diferentes cruzamentos, observaram que a variável sexo não influenciou os teores de vermelho no músculo LD.

A análise de variância identificou efeito significativo ($P < 0,01$) da variável categoria de peso sobre os índices de b^* (teor de amarelo) nos músculos LD e SM. Isto significa que eqüinos mais pesados apresentaram teores de amarelo maiores que eqüinos de peso intermediário e leves. Os valores médios encontrados variaram de -1,70 a 1,88.

Em geral, o teor de amarelo avalia os pigmentos carotenóides depositados na gordura da carne. Possivelmente, os maiores valores encontrados

para categorias mais pesadas podem estar relacionados com uma porcentagem maior de gordura encontrada na categoria 4, na qual observaram-se valores médios de lipídeos de 1,66, superiores ao encontrado nas outras categorias que foi de -0,87. Resultado semelhante a este trabalho foi encontrado por Souza (2001). Trabalhando com cordeiros em crescimento, este autor observou que animais de peso mais leve apresentaram teores de amarelo menores. Entretanto, Sañudo et al. (1996) e Bonagurio (2001), estudando influência do peso ao abate nos teores de b^* , observaram que o teor de L^* diminui e o teor de b^* aumentam com o aumento do peso ao abate. Estes resultados assemelham-se ao presente trabalho quando se observam os valores de b^* , porém, não confirmado para os valores de L^* , que pouco diferenciaram-se com o aumento de peso.

A análise de variância identificou efeito significativo ($P < 0,05$) da variável sexo sobre os índices de b^* no músculo SM, em que machos apresentaram valor médio de -0,54, menor que fêmeas, 0,12. Possivelmente esta variação está relacionada ao fato das fêmeas apresentarem maior concentração de gordura muscular. Bragagnolo (1997) observou que fêmeas depositam maior teor de gordura do que animais machos, resultado da influência dos hormônios estrogênicos que ocorrem a partir da puberdade. O maior teor de gordura, representa maior valor de pigmentos carotenóides, o que pode ser observado nos valores médios dos teores de gordura encontrados no presente trabalho, que foram de 1,05 e 1,39 para macho e fêmea respectivamente. Os valores encontrados nas diversas espécies para o teor de amarelo foram, segundo Picallo et al. (1998), analisando bovinos de diferentes raças criadas a pasto, de 7,65 a 9,08; Jardim (2001) observou os valores de 1,31 a 2,50 para carne de capivara; Prado (2000) observou os valores de 6,73 a 8,15 para ovinos; Souza (2001) citou também para ovinos valores de 3,34 a 5,53; em suínos, Silveira (1997) cita valores de 5,880 a 5,60; Contreras (1995), para aves, cita valores de b^* de 4,1 a 5,6.

Os valores encontrados para os teores de b* neste trabalho apresentam uma tendência para a cor azul, demonstrando dessa forma que a carne de eqüinos tende a ser uma carne magra, com baixa quantidade de gordura.

3.3 Perda de peso por cozimento

A perda de peso por cozimento (PPC) é uma das metodologias para medir a capacidade de retenção de água (CRA) pela carne. É uma medida de grande importância, pois influencia algumas características de qualidade como cor e a força de cisalhamento, bem como atributos sensoriais como suculência.

Os valores médios encontrados para PPC nos músculos LD e SM para diferentes categorias e sexo estão representados na Tabela 2 e os resumos dos quadros ANAVA estão apresentados no anexo.

TABELA 2 Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) nos músculos LD e SM nas diferentes categorias (C1, C2, C3 e C4) e sexo (M e F) e erros-padrão (\pm EP) de eqüinos.

Categorias	PPC
	<i>Longissimus dorsi</i>
C1	45,09 ^a \pm 2,25
C2	44,02 ^a \pm 2,15
C3	41,31 ^a \pm 2,25
C4	41,62 ^a \pm 2,15
M	42,90 ^a \pm 1,60
F	43,11 ^a \pm 1,60
	<i>Semimembranosus</i>
C1	51,40 ^a \pm 2,47
C2	50,67 ^a \pm 2,35
C3	48,02 ^{ab} \pm 2,47
C4	41,92 ^b \pm 2,35
M	46,15 ^a \pm 1,75
F	49,86 ^a \pm 1,75

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste T e de Tukey a 5% de significância

A análise de variância identificou efeito significativo ($P < 0,05$) da variável categoria de peso sobre os valores de PPC no músculo SM, em que eqüinos mais pesados perderam menos água (41,62%) que os eqüinos mais leves (50,03%). Resultado semelhante ao encontrado neste trabalho foi observado por Bonagurio (2001) que, estudando diferentes raças de cordeiros em diferentes estágios de peso, citou que, com o aumento de peso ao abate, houve diminuição da PPC. Segundo a autora, a gordura protege a carcaça dos efeitos negativos da

baixa temperatura de resfriamento e congelamento e a perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células. Esses cristais causam lesões celulares no momento de descongelar a carne e aumentam a perda de água, além de outros nutrientes, como proteínas, minerais e vitaminas (Sañudo et al. 2000). Este fato citado pela autora, associado a outro fator que é a temperatura final de cocção das amostras, que ficaram em torno de $76^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, pode ter causado uma desnaturação protéica maior em animais mais magros.

Resultado diferente do encontrado neste trabalho foi observado por Schonfeldt et al. (1993) e Kemp et al. (1976), relatando que, com o aumento de peso, aumenta a PPC. Estes autores justificam o aumento na PPC como resultado do aumento do teor de gordura que ocorre com o aumento do peso do animal. Quando as amostras são aquecidas para quantificação da PPC, parte da gordura pode se perder e fazer parte da perda de peso.

A análise de variância identificou que não houve diferença significativa para os fatores sexo nos músculos LD e SM. Os valores médios encontrados foram para macho de 42,90 e 46,15 e fêmeas de 43,11 a 49,86 respectivamente. Diferente, em parte, do encontrado neste trabalho, Vergara et al. (1999), trabalhando com ovinos, observaram que tanto sexo como o peso de abate influenciaram na capacidade de retenção de água, sendo esta maior para o grupo de peso mais pesado e para machos. Segundo Bonagurio (2001), sexo influenciou a PPC em cordeiros, tendo machos perdido mais água que fêmeas. Este fato pode estar associado à quantidade de gordura das fêmeas.

3.4 Força de cisalhamento

Os valores médios de força de cisalhamento no músculo LD e SM estão na Tabela 3.

TABELA 3 Valores médios de força de cisalhamento (FC) no músculo LD e SM nas diferentes categorias e sexo e erros-padrão (\pm EP) de eqüinos.

Categorias	FC
	<i>Longissimus dorsi</i>
C1	4,64 ^a \pm 0,44
C2	4,34 ^a \pm 0,42
C3	4,20 ^a \pm 0,44
C4	4,29 ^a \pm 0,42
M	4,45 ^a \pm 0,31
F	4,28 ^a \pm 0,31
	<i>Semimembranosus</i>
C1	3,97 ^a \pm 0,33
C2	3,95 ^a \pm 0,31
C3	4,01 ^a \pm 0,33
C4	4,34 ^a \pm 0,31
M	4,08 ^a \pm 0,23
F	4,05 ^a \pm 0,23

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste T e de Tukey a 5% de significância

A maciez é um atributo importante dentre as características sensoriais da carne. A análise de variância para força de cisalhamento (FC), mostrou que não

houve diferenças significativas tanto para sexo quanto para categoria, nos músculos LD e SM. Os valores médios encontrados foram de 4,37 kgf para o músculo LD e 4,07 kgf para o músculo SM. Valores médios das diferentes espécies estão em torno de 4,74 kgf a 5,61 kgf para carne de capivaras (Oda, 2002); para carne de ovinos, Bressan (2001) cita valores em torno de 2,3 a 3,2 kgf; já Souza (2001) achou valores de FC para ovinos em torno de 5,92 kgf a 13,20 kgf; em peito de aves, Bressan (1998) cita valores de 5,47 kgf.

Rodrigues (2002), analisando eqüinos de diferentes idades, encontrou valores para FC de $1,87 \text{ kgf} \pm 0,19$ para o músculo LD em animais mais jovens e $2,39 \text{ kgf} \pm 0,20$ para animais adultos e de $2,67 \text{ kgf} \pm 0,25$ para o músculo SM e $4,04 \text{ kgf} \pm 0,65$ nos adultos. Estes valores se equiparam aos achados neste trabalho. Segundo o autor, a carne de eqüinos jovens é mais macia que a de adultos.

Valores de FC abaixo de 6,00 kgf, indicam que a carne é considerada macia (Shackleford et al., 1997). Sendo assim, os valores encontrados para carne de cavalo levam-nos a considerá-la macia.

Comparando as carnes de bovino e a de eqüino, Arcos-Garcia et al. (2002) observaram que, apesar de mais dura ($0,15 \text{ N}$) X ($0,17 \text{ N}$), a carne de eqüino, quando elevada à temperatura para cozimento, apresenta a mesma textura que a de bovino cozida. Esse fato se deve, segundo o autor, à desnaturação de proteínas e rompimento das fibras musculares. O autor cita que a carne de eqüinos, por possuir uma quantidade menor de colágeno que a carne de bovinos, possui uma dureza intermediária. Os valores médios encontrados neste trabalho podem confirmar tal afirmação.

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que o estudo foi conduzido, é possível concluir que:

- a acidificação da carne aconteceu normalmente nos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* e o pH final foi igual para macho e fêmea com média de 5,72;
- o tempo para instalação do *rigor mortis* ($\text{pH} \leq 5,9$) em eqüinos, nas condições do presente trabalho, ocorre entre 14 a 18 h *post-mortem* em ambos os sexos;
- o peso ao abate de eqüinos afeta a perda de peso por cozimento, de maneira que amostras do músculo *semimenbranosus* oriundas de animais mais leves perdem mais água;
- a carne de eqüinos foi considerada carne macia, com força de cisalhamento média de 4,17 kgf.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMSA. Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat. Chicago: AMSA, 1978.

ARCOS-GARCIA, G.; TOTSAUS, A.; GUERRERO, I.; PEREZ-CHABELA, M. L. Physicochemical, sensory, functional and microbial characterisation of horse meat. *Revista Brasileira Agrociência*, v.8, n.1, p.43-46, jan-abr, 2002.

BONAGURIO, S. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. Lavras, UFLA, 2001. 150p. il. Dissertação de Mestrado.

BRAGAGNOLLO, N. Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne. Campinas: UNUCAMP, 1997. 123p. (Tese – Doutorado em Ciência de Alimentos)

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamãcia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, n.3, v.21, p.293-303, 2001.

BRESSAN, M. C. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. Campinas: UNICAMP/FEA, 1998. 201 p. (Tese – Doutorado em Tecnologia de Alimentos).

CONTRERAS, C. J. C. Efeitos do atordamento elétrico, estimulação elétrica e da desossa à quente na qualidade da carne do peito de frango "pectoralis major". Campinas: UNICAMP, 1995. 150 p. (Tese de Mestrado)

DUFÉY, P. A. Fleischqualität von Pferden unterschiedlichen Alters. *Agrarforschung* 6 (3). Pg 99-102, 1999.

DUFÉY, P. A. Sensory and physicochemical properties of meat from horses of different age groups. *Proceeding of the 42 th International Conference of Meat Science and Technology*. Lillehammer, Norway. p.556-557, 1996.

FAO/WHO. Report of joint expert consultation: **consumo de carne de equino no mundo**, 2000.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. Fundamentos de ciencia de la carne. Traduzido por BERNABÉ SANZ PÉREZ. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p. Tradução de : **Principles of meat Science**.

HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KRELDER, J. L. and YATES, B. F. Relationship between condition score, physical measurement, and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**. 15. pg 371-372. 1983.

HONIKEL, K. O.; FISCHER, C.; HAMID, A. E. HAMM, R. Influence of postmortem changes in Bovine muscle on the water holding capacity of beef postmortem storage of muscle at 20°C. **Journal of Food Science**. V.46. p.1-6. 1981.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Measurement of Water-Holding Capacity and Juiciness. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Eds. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, **Adv. Meat Res.** – 9, capítulo 5, p. 125-159, 1994.

JARDIM, N.S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (Hydrochaeris hydrochaeris, L. 1766)** – Lavras: UFLA, 2001. 119 p. (Tese – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

KEMP, J. D.; JOHNSON, A. E.; STEWART, D.F.; ELY, D.G.; FOX, J.D. Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition organoleptic properties and cooking losses of lamb. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, n.3, p.575-583, Mar. 1976.

MOONEY, M. T.; FRENCH, P.; MOLONEY, A.P.; O'RIORDAN, E.; TROY, D.J. Quality differences between herbage – and concentrate-fed beef animals. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY. 44. 1998, Barcelona. **Anais...** Barcelona: ICOMST, 1998.

PAIVA, F.A. Os equinos como produtores de Carne. **Seminário em Qualidade e Produtividade**. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP. 2002. 6p.

PEREZ-CHABELA, M.L.; RODRIGUEZ-SERRANO, G.M.;
LARACALDERON, P.; GUERRERO, I. Microbial spoilage of meats offered
for retail sale in México city. *Meat Science.*, v.51, p.279-282.1999.

PICALLO, A. B. ; SANCHO, A. M.; MARGARIA, C. A.; LASTA, J.A. Color
and tenderness relationship in different steer breeds. Proceeding of the 44 th
International Conference of Meat Science and Technology, Barcelona, Spain. p
286-287 -1998.

PRADO, O. V. *Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia
abatidos com diferentes pesos.* Lavras: UFLA, 2000. 109 p.

RODRIGUES, T. P.; DA SILVA, T. J. P.; CARVALHO, E.C.Q.; TUNALA, V.;
PAULINO, F.O. *Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de
equinos e maciez da carne.* 18º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. UFRGS.2002.

SAÑUDO, C.; ENSER, M.E.; CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; MARIA, G.;
SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of
lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science, Barking*, v.54, n.4, p.339-
346, Apr.2000.

SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, M.P.; MARIA, G.; OSÓRIO, M.; SIERRA, I.
Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in
intensive production systems. *Meat Science, Barking*, v.42, n.2, p.195-202,
1996.

SAS INSTITUTE. *SAS user's guide: statistics.* 5.ed.Cary, North Carolina,
1985.956 p.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Effect of the
callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb
muscles. *Journal of Animal Science, Champaign*, v.75, n.8, p.2100 – 2105.
Aug. 1997.

SHONFELDT, H. C.; NAUDE, R.T.; BOK, W.; vanHEERDEN, S. M.;
SOWDEN, L. Ec BOSHOF. Cooking and juiciness related quality
characteristics of goat and sheep meat. *Meat Science*, v.34, 1993. p.381-394

SILVEIRA, E.T.F. Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína. Campinas: UNICAMP/FEA, 1997.226 p.(Tese – Doutorado em Tecnologia de Alimentos).

SINCLAIR, A. J.; O'DEA, K. Fats in Human diets through history: is the western diet out of step? In: WOOD, J.D.; FISCHER, A. V. Reducing fat in meat animals. London: Elsevier, 1990. p.1-47.

SOUZA, X. R. Efeitos de grupos genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento. Lavras UFLA, 2001. 119 p. (Tese – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

VELASCO, S.; LAUZURICA, S.; CAÑEQUE, V.; PEREZ, C.; HUIDOBRO, F.; MANZANARES, C.; DIAZ, M. T. Carcass and meat quality of talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. *Animal Science*, Edinburgh, v.70, n.2, p.253-263, Apr.2000.

VERGARA, H.; MOLINA, A.; GALLEGO, L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Science*, Barking, v.52, n.2, p.221-226, June 1999.

WEYNERMMAN, F. E.; DZAPO, V. Study of post mortem pH in horse. *Fleischwirtschaft*, v.77, n.2, p.1119-1121, 1997.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, n.5, p.1232-1238, May 1994.

CAPÍTULO 3

**INFLUÊNCIA DOS FATORES CATEGORIAS DE PESO E SEXO AO
ABATE NA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E TEOR DE COLESTEROL
NA QUALIDADE DA CARNE DE EQÜINOS (*EQUUS CABALLUS*)**

RESUMO

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. Influência dos fatores categorias de peso e sexo ao abate na composição centesimal e teor de colesterol na qualidade da carne de eqüinos (*Equus caballus*). In: _____ Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*Equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os aspectos qualitativos da carne. Lavras: UFLA, 2003. p.59-78. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O presente estudo foi conduzido em frigorífico comercial e as análises no Setor de Tecnologia de Carnes do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Com o objetivo de avaliar o efeito do sexo e categoria de peso na qualidade da carne, 20 eqüinos (10 machos castrados e 10 fêmeas) foram abatidos e agrupados em categorias de peso ao abate preestabelecidas sendo: C₁(88,82 a 97,88 kg); C₂(102,20 a 115,80 kg); C₃(129,71 a 160,69 kg); C₄(162,80 a 236,40 kg); e foram utilizados 5 animais por categoria. Os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), após o abate foram coletados e analisados: umidade, gordura, proteína e cinzas (A.O.A.C, 1990) e o colesterol foi determinado por colorimetria (Bragagnolo, 1997). O modelo estatístico foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2X4, e os dados foram analisadas pelo do programa estatístico SAS. O fator sexo influenciou ($p < 0,05$) os teores de colesterol no músculo LD. As médias encontradas (em base de matéria seca natural) foram de 36,77% e 56,08% para macho e fêmea, respectivamente. Os fatores categoria de peso e sexo não influenciaram os valores de umidade, proteína, cinza e gordura, nos músculos LD e SM, cujas médias foram: cinzas 0,70% e 1,16%; umidade 75,53% e 75,83%; gordura 0,67% e 2,03%; proteína 21,63% e 22,49% , para os músculos LD e SM, respectivamente. As proporções desses constituintes químicos mostram que a carne de eqüinos obtida em abatedouro comercial apresenta alta quantidade de proteína e baixa de gordura e pode ser considerada uma carne magra.

¹ Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan – UFLA (Orientadora), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

ABSTRACT

Junqueira, Antônio Carlos de Andrade. Influence of factors category of weight and Sex at slaughter in the hundredth composition and content of cholesterol in the quality of meat of equines (*Equus caballus*). In: _____ Valuation of a characterization system of equines (*Equus caballus*) to the slaughter through the weight of carcasses and the qualitative aspects of meat. : UFLA, 2003. p.59-78. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

The present study was conducted in a packing house and the assays in the sector of Technology of Meat in the Science Department of Food of Universidade Federal de Lavras (UFLA). With the objective of evaluating the effect of sex and category of weight in the quality of meat, 20 equines (10 castrated males and 10 females) were slaughtered and grouped in pre-established categories of weight being: C₁ (88.82 to 97.88 kg); C₂ (102.20 to 115.80 kg), C₃ (129.7 to 160.69 kg); C₄ (162.80 to 236.40 kg); and 5 animals of each category were used. The muscles *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) after the slaughter were collected and analyzed: moisture, fat, protein and ashes (A.O.A.C. 1990) and the cholesterol was determined by means of color (Bragagnolo, 1997). The statistical model was completely taken by chance, in factorial scheme 2X4, and the data were analyzed through the statistical program SAS. The factor sex had influence ($p < 0,05$) the contents of cholesterol of muscle LD, being the averages found (in base of dry natural material) were 36.77% and 56.08% for males and females respectively. The factors category of weight and sex had no influence in the values of moisture, protein, ash and fat in the muscles LD and SM, where the averages were: ashes (0.70% and 1.66%); moisture (75.53% and 75.83%); fat (0.67% and 2.03%); protein (21.63% and 22.49%) for the muscles LD and SM, respectively. The rate of these chemical components show that, the meat of equines obtained in a packing house, presents a high quantity of protein and low quantity of fat and can be considered as a light meat.

¹ Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan – UFLA (Orientadora), Roberta H. Piccoli Valle – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo dados da FAO (2000), foram abatidos aproximadamente 93.500 eqüinos e muares correspondendo a 132 mil toneladas de carne no período compreendido de 1990 a 1997. Em Minas Gerais, as exportações dessa carne atingiram cifras anuais de 5 mil toneladas em 2001 e 2002 (esses são dados oficiais e referem-se a animais abatidos sob inspeção federal e destinados a exportação para países da comunidade européia).

Esse tipo de carne tem, tradicionalmente, como fator limitante para o consumo humano o preconceito. Por outro lado, existem dispositivos legais que permitem o abate, preparo e distribuição dessa carne no mercado nacional e os produtos que contenham essa matéria-prima devem relacionar, no rótulo, sua presença. Isso tem estimulado sua utilização na indústria de salsicharia (cerca de 2/3 de toda a carne eqüina produzida tem esse destino). Associado a isso, o custo econômico dos animais para o abate é bem inferior ao de bovino, pois, normalmente, são animais de descarte ou animais velhos. Esses aspectos estão estimulando a obtenção da carne eqüina e sua utilização. Entretanto, os dados que caracterizam a qualidade físico-química da carne e nutricional são desconhecidos, dificultando o trabalho de divulgação, comercialização e industrialização da mesma.

A falta de padronização morfológica de eqüinos para o abate, principalmente no Brasil, leva à necessidade de criar categorias de peso, dentro da realidade de animais levados ao abate no Sul de Minas, animais de diferentes origens e, conseqüentemente, muito heterogêneos. O presente trabalho busca propor uma divisão em quatro categorias de peso, considerando uma análise zootécnica no momento do abate de altura, sendo grande (>1,54 metros) e pequeno (<1,54 metros) e o aspecto de cobertura muscular, baseada em uma

adaptação da tabela de escore de condição corporal elaborada por (Hennek et al., 1983). Equino magro é aquele que, visualmente, na avaliação *ante-mortem* apresenta baixa cobertura muscular na altura das costelas, evidenciando na garupa a ponta dos ossos do ílio e ísquio, e gordos aqueles equinos que apresentam boa cobertura muscular não evidenciando os ossos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do peso e sexo nas características de qualidade da carne (composição centesimal e teor de colesterol) dos músculos *longissimus dorsi* e *semimenbranosus*, de equinos (*Equus caballus*) pré-selecionados, considerando a altura e peso *póst-mortem*. Para pequeno e magro (C1) o peso médio é de 88,82 kg a 97,88 kg; pequeno e gordo (C2) de 102,20 kg a 115,80 kg; grande e magro (C3) de 129,71 kg a 160,69 kg e grande e gordo (C4) de 162,80 kg a 236,40 kg.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Especificação do material e condutas

No total, 20 eqüinos (10 machos castrados e 10 fêmeas), sem raça definida, foram abatidos convencionalmente, em um frigorífico do sul de Minas Gerais, no período entre setembro e outubro de 2002.

No pré-abate, os eqüinos foram submetidos a jejum e dieta hídrica regulamentares nos anexos do frigorífico. No momento precedente ao abate, os animais passaram por duchas de água fria e foram encaminhados para o box de atordoamento, onde foram insensibilizados por choque mecânico (pistola de dardo cativo). Entre 20 a 30 segundos depois do atordoamento, os eqüinos foram sangrados, esfolados, eviscerados e divididos em duas meias carcaças. O período entre a insensibilização e a entrada da carcaça na câmara fria foi, em média, de 60 minutos. A temperatura inicial das carcaças medidas no interior das massas musculares foi de 27°C nos músculos LD e SM. As condições da câmara fria durante o resfriamento das carcaças foram: temperatura inicial dentro da câmara 10°C, umidade relativa de 86% e velocidade do ar de 0,12 m/s. Após 24 h *post-mortem*, as temperaturas médias das massas musculares das meias carcaças esquerdas foram de 2°C e 4°C nos músculos LD e SM, respectivamente.

2.2 Tratamentos

Os eqüinos, após cumprirem o tempo de descanso, foram classificados de acordo com a altura e categorias de peso convencionais da indústria, conforme observações zootécnicas do responsável técnico do estabelecimento, preestabelecida para este experimento baseadas em uma adaptação da tabela de score de condição corporal elaborada por Hennek et al. (1983), ao todo, foram

quatro categorias e cinco animais por categoria e as categorias apresentadas da seguinte forma:

- categoria 1, animais pequenos (<1,54 metros) e com baixa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 88,82 a 97,88 kg (intervalo de confiança de $93,2 \text{ kg} \pm 4,68$);
- categoria 2, animais pequenos (<1,54 metros) e com boa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 102,20 a 115,80 kg (intervalo de confiança de $109 \text{ kg} \pm 6,80$);
- categoria 3, animais grandes (>1,54 metros) e com baixa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 129,71 a 160,69 kg (intervalo de confiança de $145,2 \text{ kg} \pm 15,49$);
- categoria 4, animais grandes (>1,54 metros) e com boa cobertura muscular, com pesos *post-mortem*, livre das vísceras, entre 162,80 a 236,40 kg (intervalo de confiança de $162,80 \text{ kg} \pm 36,80$);

A distribuição de animais machos castrados e fêmeas foi realizada de acordo com os pesos apresentados *post-mortem* nas diferentes categorias de peso, sendo que cada grupo foi formado por cinco animais (cada animal foi considerado uma unidade experimental): o grupo C₁ foi constituído de 1 macho (M) e 4 fêmeas (F); C₂ com 2 M e 3 F; C₃ com 4 M e 1 F e C₄ com 3 M e 2 F. Os pesos apresentados pelos animais *pós-mortem*, livre das vísceras, nas categorias foram: C₁ (89 kg, 90 kg, 93 kg, 97 kg e 97 kg); C₂ (103 kg, 105 kg, 109 kg, 111 kg e 117 kg); C₃ (125 kg, 146 kg, 146 kg, 150 kg e 159 kg); C₄ (168 kg, 174 kg, 196 kg, 230 kg e 230 kg).

As carcaças, 24 h *post-mortem*, foram desossadas e os músculos LD e SM foram separados das meias carcaças esquerdas. Os músculos foram envolvidos em papel de alumínio, identificados e acondicionados em caixas térmicas a



10°C, temperatura esta convencional para o transporte. No laboratório, os músculos foram congelados a -12°C em freezer convencional e mantidos até a realização das análises.

2.3 Coleta de amostras

Após 24 h *post-mortem*, foram retiradas as carcaças da câmara fria e colocadas em uma sala de dessossa, a temperatura de 15°C. Daí foram retirados os músculos LD e SM, embalados em papel alumínio e acondicionados em caixa isotérmica a 10°C, pela de colocação de gelo e monitorado por termômetro, para o transporte até laboratório. No laboratório, os músculos foram congelados a -12°C em freezer convencional e mantidos até a realização das análises.

2.4 Análises laboratoriais

2.4.1 Composição centesimal

A determinação da composição centesimal foi realizada com amostras homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. A proteína bruta foi quantificada pelo método de análise de nitrogênio Kjeldahl. Os lipídeos totais foram determinados pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105°C até obtenção de peso constante e as cinzas em mufla a 550°C (A.O.A.C., 1990). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4.2 Teor de colesterol

Na realização das análises de colesterol, os lipídeos foram extraídos com clorofórmio/metanol (2:1) (Folch et al., 1957). O teor de colesterol foi

determinado colorimetricamente (Bohac et al., 1988, adaptado por Bragagnolo & Rodriguez-Amaya, 1995).

2.5 Delineamento experimental e análise estatística

Para as análises de composição centesimal e teor de colesterol, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2X4, sendo dois sexos (macho castrado e fêmea) e quatro categorias de peso (C₁, C₂, C₃, C₄). Os resultados foram analisados pelo programa estatístico SAS versão 6.12 (SAS, 1985). Quando a análise de variância identificou diferenças, os dados foram submetidos ao teste de t.

O modelo experimental para as análises de composição centesimal e teor de colesterol foi:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + E_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observações no músculo de equinos, do sexo i , categoria j em repetições k ;

μ = média geral do experimento;

S_i = efeito do sexo, sendo $i = 1, 2$;

C_j = efeito da categoria de peso, sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

E_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} , normalmente distribuída, com média 0 e variância σ^2 ;

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

As médias de umidade, lipídeos totais, proteína, cinzas e teor de colesterol nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semembranossus* (SM) e o respectivo erro padrão (EP), estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 Valores médios de composição centesimal dos músculos LD de eqüinos.

Categ/Sexo	Variáveis			
	Umidade	Proteína	Cinzas	Gordura
<i>Longissimus dorsi</i>				
C ₁	75,96 ^a ± 0,74	22,34 ^a ± 0,52	0,81 ^a ± 0,10	1,02 ^a ± 0,49
C ₂	75,38 ^a ± 0,70	21,84 ^a ± 0,50	0,71 ^a ± 0,09	1,50 ^a ± 0,46
C ₃	75,45 ^a ± 0,74	22,10 ^a ± 0,52	0,88 ^a ± 0,10	1,25 ^a ± 0,49
C ₄	75,32 ^a ± 0,70	21,95 ^a ± 0,50	0,70 ^a ± 0,09	2,03 ^a ± 0,46
F	76,03 ^a ± 0,52	21,80 ^a ± 0,37	0,77 ^a ± 0,07	1,47 ^a ± 0,34
M	75,02 ^a ± 0,52	22,31 ^a ± 0,37	0,79 ^a ± 0,07	1,43 ^a ± 0,34
<i>Semimembranosus</i>				
C ₁	74,55 ^a ± 0,66	22,49 ^a ± 0,65	1,16 ^a ± 0,20	1,55 ^a ± 0,31
C ₂	75,54 ^a ± 0,69	22,11 ^a ± 0,68	0,88 ^a ± 0,22	1,03 ^a ± 0,32
C ₃	76,46 ^a ± 0,66	21,63 ^a ± 0,65	0,81 ^a ± 0,20	0,88 ^a ± 0,31
C ₄	76,77 ^a ± 0,69	22,03 ^a ± 0,68	0,71 ^a ± 0,22	0,50 ^a ± 0,32
F	75,56 ^a ± 0,49	22,04 ^a ± 0,48	1,06 ^a ± 0,15	1,32 ^a ± 0,23
M	76,09 ^a ± 0,49	22,08 ^a ± 0,48	0,73 ^a ± 0,15	0,67 ^a ± 0,23

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste T e de Tukey a 5% de significância.

A análise de variância não revelou diferenças ($p > 0,05$) dos fatores sexo e categorias de peso ao abate sobre os percentuais de umidade, proteína, cinzas e gordura nos músculos LD e SM.

Os resultados médios encontrados neste trabalho para umidade variaram de 74,55 a 76,77g/100g. Estes resultados foram semelhantes aos valores encontrados por Dufcy (1999) que, analisando carne de eqüinos de diferentes idades e níveis de maturação da carne, observou valores médios de 74,43 g/100g de umidade. Entretanto, Badiani et al. (1997) encontraram valores mais baixos de umidade 71,57g/100g, quando analisaram carcaças de cinco animais entre 5 a 10 anos. Em relação a outras espécies, Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995) citaram médias de umidade em suínos de 73g/100g e em contrafilé de bovinos de 68g/100g. Em ovinos de diferentes raças e pesos ao abate de 15,25,35 e 45 kg, observaram que animais apresentaram teor de umidade que foram de 76,9%; 75,9%; 74,9% e 73,9% na raça Bergamácia e 76,0%; 74,9%; 73,9% e 72,9% na raça Santa Inês, respectivamente, ou seja, animais mais leves mostraram maior teor de umidade do que animais mais pesados. Resultados semelhantes em ovinos foram citados por Souza (2001) e Bonagurio (2001). Entretanto, Jardim (2001), analisando diferentes faixas de peso ao abate (30-40; 40-50 e 50-60 kg) encontrou médias (77,31%; 76,88%; 77,20%, respectivamente) que foram similares entre si. Comparando-se os trabalhos de Souza (2001), Bonagurio (2001) e o de Jardim (2001), verifica-se que os dados de umidade para ovinos foram obtido em músculos de animais em crescimento e os dados de umidade para capivaras foram determinados em animais adultos, em fase de abate comercial. Velasco et al. (2000) descreveram que maturidade fisiológica influencia a composição centesimal da carne e que, uma vez atingida essa maturidade o crescimento muscular diminui proteínas e aumenta a quantidade de lipídios. Assim, no presente trabalho, como os eqüinos

cram adultos, é possível que os dados de umidade se comportem de forma semelhante aos dados verificados em capivara (Jardim, 2001).

Os valores encontrados no presente estudo para proteínas não foram afetados pelas variáveis sexo e categoria de peso. As médias encontradas para proteínas variaram de 21,63 a 22,49g/100g. Esses resultados foram próximos ao valor encontrado por Dufey (1999), que relatou média de 21,31g/100g. Badiani et al. (1997) encontraram valores de proteína em torno de 20,03g/100g em eqüinos de 5 a 10 anos de idade. Analisando a carne de eqüinos de forma geral, Vervack et al. (1977) e Catalano et al. (1986) encontraram valores de até 24,32g/100g de proteína, porém, no músculo LD o valor foi de 21,2g/100g, próximo aos resultados do presente trabalho. Em capivaras, Jardim (2001) citou médias de 21,03 a 21,99g/100g; em ovinos, Souza (2001) encontrou médias em torno de 20,58 a 21,66g/100g em músculos LD de ovinos com 15,25,35 e 45 kg de peso vivo.

Sexo e categoria de peso não afetaram os teores de cinzas. Os resultados médios encontrados para cinzas foram de 0,70 a 1,16g/100g. Estes valores coincidem com os valores citados por Dufey (1999), em média, de 1,00 a 1,13g/100g e por Badiani et al. (1997) que, analisando carne de eqüinos de 5 a 10 anos, encontraram valores de 0,96 a 1,00g/100g. Devic & Stamenkov (1989), analisando a musculatura da coxa em eqüinos, encontraram valores entre 0,96 a 1,00g/100g. Comparando-se com outras espécies, segundo Jardim (2001), os teores médios de cinzas encontrados no estudo da influência de sexo e peso ao abate em capivaras foram de 1,14 a 1,19g/100g. Morris et al. (1995), avaliando o teor de cinzas encontrados em bovinos abatidos com 7,5 e 25 meses, encontraram valores de 1,02 e 0,93, respectivamente. Em espécies domésticas, como bovinos, perus, ovinos e frangos, são relatados valores de 0,92 a 1,2g/100g (Paleari et al., 1992; Monteiro 2001; Norkus et al., 2001).

Esses resultados mostram que existe estabilidade nos percentuais de cinzas para a carne eqüina.

Os resultados médios encontrados para lipídeos foram de 0,67 a 2,03g/100g. Dufey (1999) cita valores de 1,07; 2,35 e 4,24g/100g para eqüinos potros, com 30 meses e animais adultos, respectivamente. Badiani et al. (1997) encontram média de 6,63g/100g em animais de 6 a 10 anos de idade. Comparando esses resultados, observa-se que autores relataram percentuais de 4,24 a 6,63g/100g de lipídeos em eqüinos adultos, valores que são 2 a 3 vezes mais elevados do que os dados observados no presente trabalho. As médias de 0,65 a 1,99g/100g para gordura no músculo LD mostram que a carne de eqüinos abatidos nas categorias comerciais C₁, C₂, C₃ e C₄ pode ser considerada carne magra. Os eqüinos abatidos no Brasil são normalmente animais de descarte e, na maioria dos casos, animais velhos, submetidos a condições de manejo impróprio com relação às pastagens e outros cuidados. Então, é possível que a baixa quantidade de gordura seja resultado do manejo dispensado aos animais, embora Sinclair et al. (1982) também tenham relatado valores de 1,02g/100g de gordura na musculatura da perna de eqüinos

No presente trabalho, sexo e categoria de peso não apresentaram resultados significativos sobre a gordura, tendo a média ficado em 1,22g/100g. Entretanto, Souza (2001), em ovinos, observou que o sexo teve influência sobre a quantidade de gordura no músculo LD, tendo as fêmeas apresentado maior quantidade (2,90) do que machos (2,23%). Os autores atribuíram essa diferença ao metabolismo das fêmeas na manutenção das funções reprodutivas.

Os valores médios citados para algumas espécies domésticas (perus, bovinos, ovinos e frangos) variaram de 3,8 a 6,49g/100g (Palcari et al., 1992; Monteiro, 2001; Norkus, 2001). Jardim (2001) encontrou, em carne de capivaras, valores médios de 0,82g/100g. Bragagnolo (1997) citou média de

2,5g/100g em contrafilé de bovinos de raça nelore e média de 3g/100g em lombo de suínos. Os valores médios citados na literatura para diversas espécies permitem verificar que a carne de eqüino se aproxima, em teores de gordura, da carne de animais silvestres (capivara), espécies estas consideradas carnes magras.

3.2 Teor de colesterol

As médias encontradas de colesterol (mg/100g) no músculo LD e SM de eqüinos e o erro padrão (EP) estão apresentadas na Tabela 5.

TABELA 5 Valores médios e os respectivos erro padrão do teor de colesterol no músculo *LD* e *SM* de eqüinos

Categoria/Sexo	LD
C1	32,38 ^a ± 7,17
C2	45,30 ^a ± 6,82
C3	51,85 ^a ± 7,82
C4	50,26 ^a ± 7,57
M	56,08 ^b ± 5,53
F	36,77 ^a ± 5,85
	SM
C1	62,07 ^a ± 13,30
C2	46,13 ^a ± 9,76
C3	39,54 ^a ± 8,47
C4	38,72 ^a ± 8,97
M	51,50 ^a ± 6,98
F	41,72 ^a ± 7,54

Valores médios de colesterol em base de matéria natural (CMN). Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste T e de Tukey a 5% de significância

A análise de variância revelou que houve diferença significativa no fator sexo no músculo LD. Os valores médios encontrados foram de 56,08mg/100g e 36,77mg/100g para fêmea e macho, respectivamente. A categoria de peso não influenciou significativamente nos valores de colesterol, porém, comparando-se as médias, nota-se que categorias mais pesadas apresentam maiores médias de colesterol. Segundo Reece (1991), as fêmeas de todas as espécies apresentam aptidão para acumular mais lipídeos que machos e essa aptidão começa com as transformações que ocorrem na puberdade, o que pode ser uma das justificativas para os resultados encontrados no presente trabalho. Outro fator que pode influenciar é peso ao abate. Segundo Prado (2000), que trabalhou com cordeiros, houve diminuição do teor de colesterol no músculo LD quando aumentou o peso vivo do animal. As médias de peso de machos e fêmeas no presente trabalho demonstraram que machos são mais pesados que fêmeas, o que pode causar uma diminuição dos teores de colesterol encontrados para machos. Segundo Velasco et al. (2001), cordeiros de 10 a 12 kg, da raça Talaveriana apresentaram teores de lipídeos mais elevados em fêmeas, semelhante ao encontrado neste trabalho.

Badiani et al. (1997), trabalhando com eqüinos de diferentes idades, de 6 a 10 anos, encontrou valores médios de 61mg/100g, diferente dos valores encontrados no presente trabalho. Já Dufcy (1999) encontrou, em eqüinos de diferentes idades e estágios de maturação da carne, cita valores de 45,9mg/g para potros, 45,40mg/100g para animais de 30 meses mais velhos. Os teores médios de colesterol encontrados neste trabalho foram de 33,20mg/100g a 57,26mg/100g, com média geral de 46,10mg/100g. Velasco et al. (2000), em carne de cordeiros de 10 a 12 kg, da raça Talaveriana, encontraram teores de lipídeos maiores para fêmeas, como os resultados encontrados nesse trabalho. Reece (1991) explica que as fêmeas de todas as espécies apresentam aptidão para acumular mais lipídeos que os machos e que essa aptidão começa com as transformações que ocorrem na puberdade.

Em eqüinos, Badiani et al. (1997), trabalhando com animais de 6 a 10 anos, citam valor médio de 61mg/100g. Dufey (1999), trabalhando com eqüinos de diferentes idades e estágios de maturação da carne, cita valores de colesterol de 45,9mg/100g para potros, 45,40 mg/100g para animais 30 meses mais velhos e 45,8mg/100g para animais adultos. Resultado semelhante foi encontrado por Catalano & Quarentelli (1979), que citam valor médio para eqüino de 40 mg/100g. Sinclair et al. (1990) citam valores de colesterol para carne de eqüino, em média, de 60 a 70 mg/100g.

Em comparação com outras espécies, valores mais elevados de colesterol foram relatados por Prado (2000), que encontrou, no músculo LD de ovinos, teores de colesterol variando de 65,23 a 76,90mg/100g. Bragagnolo & Rodrigues-Amaya (1995) citam valores de 58mg/100g em carne de peito de frango, 80mg/100g em carne vermelha de frango e 104mg/100g em pele de frango. Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995) reportaram valores de 49 mg/100g em lombo suíno e 50 mg/100g em contrafilé de bovinos. Bragagnolo (1997) cita valores de 40 mg/100g em animais nelore. Comparando-se os valores encontrados no presente trabalho, constata-se que, de forma geral, carne de eqüinos apresentou valores mais baixos de colesterol.

4 CONCLUSÃO

Os eqüinos abatidos nas diferentes categorias de peso e diferente sexo não influenciaram os componentes químicos da carne nos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus*.

Em eqüinos, fêmeas mostram maior quantidade de colesterol do que os animais machos.

As proporções dos constituintes químicos encontradas na carne eqüina (quantidade elevada de proteína e quantidade reduzida de lipídeos), quando comparadas a dados de literatura, revelam que essa é uma “carne magra”, tendo em vista a composição química de carne de animais de açougue, tais como ovinos, bovinos e suínos. Isso caracteriza a carne de eqüino como uma carne “mais magra”, quando comparada a essas carnes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Arlington, AOAC.1990.

BADIANI, A.; NANNI, N. GATTA, P.P.; TOLOMELLI, B.; and MANFREDINI, M. Nutrient profile of Horsemeat. **Journal of Food Composition and Analysis** . 10. p. 254-269.1997.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; CROSS, H. R.; ONO, K. Assesment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 53, n.6, p.1642-1645, Nov/Dec. 1988.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos.**Lavras,UFLA,2001.150p.:il. Dissertação de Mestrado.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** Campinas: UNUCAMP, 1997.123p. (Tesc – Doutorado em Ciência de Alimentos)

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v. 15, n. 1, p.11-17, jan/jun. 1995.

CATALANO, A. L.; and QUARANTELLI, A. Caratteristiche di carcassa e composizione chimico – bromatologica delle carni di pulcetri da latte. **Clinique Veterinari**. N.102. p. 498-506. 1979.

CATALANO, A. L., MIRAGLIA, N., DE STEFANO, C., and MARTUZZI, F. Produzione di carne da cavalla di diverse categoric. **Obiettivi e Documenti Veterinari** 7 . 12. p.69-73. 1986.

DEVIC, B. and STAMENKOVIC, T. Basics characteristics of the horse meat and the possibilities for its processing. **Tehnologija Mesa** , 30.p. 232-237.1989.

DUFEY, P. A. Fleischqualität von Pferden unterschiedlichen Alters. *AgrarForschung* 6 (3). Pg 99-102. 1999.

DUFEY, P.A. Sensory and physicochemical properties of meat from horses of different age groups. *Proceeding of the 42 th International Conference of Meat Science and Technology*. Lillchamer, Norway.p556-557.1996.

FAO/WHO. Report of joint expert consultation: **consumo de carne de equino no mundo, 2000.**

FOLCH, J.; LEES,M.; and SLOANE STANLEY, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biologics Chem.* V. 226, p.497-509.1957

HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KRELDER, J. L. and YATES, B. F. Relationship between condition score, physical measurement, and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal*. 15. pg 371-372. 1983.

JARDIM, N.S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*, L. 1766) – Lavras: UFLA, 2001. 119 p.** (Tese – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

MONTEIRO, E. M.; RUBENSAM, J.; PIRES, G. Avaliação de parâmetros de qualidade da carcaça e da carne de ovinos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES**, 1. 2001. São Pedro, SP. *Anais ... São Pedro: CTC/ITAL, 2001.*

MORRIS, C. A.; KIRTON, A. H.; HOGG, B. W.; BROWN, J. M.; MORTIMER, B. J. Meat composition in genetically selected and control cattle from a serial slaughter experiment. *Meat Science*, Barking, v. 39, n.3, p. 427-435. 1995.

NORKUS, E. A.; SOUZA, H. B. A. , SOUZA, P. A.; OBA, A.; KODAWARA, L. M.; LEONEL, F. R.; PELICANO, E.R. L. Avaliação da qualidade física e química da carne de frangos abatidos com diferentes idades. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES**, 1. 2001. São Pedro, SP. *Anais ... São Pedro: CTC/ITAL, 2001.*

ODA, S. H. I. Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) / -Lavras. UFLA.2002. 145 p.

PAIVA, F.A. Os equinos como produtores de Carne. Seminário em Qualidade e Produtividade. Universidade de São Paulo. Pirassununga,SP.2002.6p.

PALEARI, M. A.; SONCINI, G.; BERETTA, G.; and Rossi, M. T. Microbiological and chemical aspects of corned, cooked and vacuum packed horsemeat. Italia. Journal Food Science. N.4. p.205-212.1992.

PRADO, O. V. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos. Lavras: UFLA, 2000. 109 p.

REECE, W. O. Physiology of domestic animals. Philadelphia: Ed. Lea & Febiger, 1991. p. 285-316.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics. 5.ed.Cary, North Carolina, 1985.956 p.

SINCLAIR, A. J.; O'DEA, K. Fats in Human diets through history: is the western diet out of step? In: WOOD, J.D.; FISCHER, A. V. Reducing fat in meat animals. London: Elsevier, 1990. p.1-47.

SINCLAIR, A.J., SLATTERY, W.J., and O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acids in meat by capillary gas-liquid chromatography. Journal Science Food Agric. 33. p.771-776. 1982.

SOUZA, X. R. Efeitos de grupos genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento. Lavras UFLA, 2001. 119 p. (Tese – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

VELASCO, S.; LAUZURICA, S.; CAÑEQUE, V.; PEREZ, C.; HUIDOBRO, F.; MANZANARES, C.; DIAZ, M. T. Carcass and meat quality of talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. Animal Science, Edinburgh, v.70, n.2, p.253-263, Apr.2000.

VERVACK, W.; VANBELLE, M.; and FOULON, M. La teneur en acides aminés de la viande. Revista Ferment. Ind. Aliment. 32 (1), p. 16-20. 1977.

ANEXOS

	Página
ANEXO A	
TABELA 1A Análise de variância do pH do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .	81
TABELA 2A Análise de variância do pH do músculo <i>Semimembranosus</i> .	81
TABELA 3A Análise de variância de cor para os valores L, a e b , do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .	82
TABELA 4A Análise de variância de cor para os valores L, a e b , do músculo <i>Semimembranosus</i> .	82
TABELA 5A Análise de variância da variável perda de peso por cozimento (PPC) e textura (Tx) do músculo <i>Semimembranosus</i> .	83
TABELA 6A Análise de variância da variável perda de peso por cozimento (PPC) e textura (Tx) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .	83
TABELA 7A Análise de variância de cinza (Cz) e umidade (Um) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em eqüinos.	84
TABELA 8A Análise de variância de cinza (Cz) e umidade (Um) do músculo <i>Semimembranosus</i> em eqüinos.	84
TABELA 9A Análise de variância da gordura e proteína (Ptn) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> em eqüinos.	85
TABELA 10A Análise de variância da gordura e proteína (Ptn) do músculo <i>Semimembranosus</i> em eqüinos.	85

TABELA 11A Análise de variância do colesterol em base de matéria natural (CMN) do músculo *Semimembranosus* em eqüinos . 86

TABELA 12A Análise de variância do colesterol em base de matéria natural (CMN) do músculo *Longissimus dorsi* em eqüinos. . 86

TABELA 1A Análise de variância do pH do músculo *Longissimus dorsi*.

FV	GL	Quadrado Médio
Categoria	3	0,2046 ^{ns}
Sexo	1	0,1168 ^{ns}
Resíduo (a)	3	0,0680
Tempo	8	2,1143 ^{**}
Categoria x Tempo	24	0,0218 ^{ns}
Resíduo (b)	140	0,0279

****** (P<0,01); ns (não significativo)

TABELA 2A Análise de variância do pH do músculo *Semimembranosus*.

FV	GL	Quadrado Médio
Categoria	3	0,1044 ^{ns}
Sexo	1	0,0511 ^{ns}
Resíduo (a)	12	0,0680
Tempo	8	1,7348 ^{**}
Categoria x Tempo	24	0,0256 ^{ns}
Resíduo (b)	140	0,0353

****** (P<0,01); ns (não significativo)

TABELA 3A Análise de variância de cor para os valores L, a e b , do músculo *Longissimus dorsi*.

FV	GL	Quadrado Médio		
		L	a	B
Categoria	3	0,6637 ^{ns}	15,9547 ^{**}	10,3321 ^{**}
Sexo	1	32,2444 ^{ns}	2,8833 ^{ns}	0,0626 ^{ns}
Resíduo	19	8,1362	1,8308	1,5900
CV (%)		9,33	6,57	

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (não significativo)

TABELA 4A Análise de variância de cor para os valores L, a e b , do músculo *Semimembranosus*.

FV	GL	Quadrado Médio		
		L	a	B
Categoria	3	4,8645 ^{ns}	7,6826 ^{ns}	9,1315 ^{**}
Sexo	1	12,3415 ^{ns}	11,0018 ^{ns}	7,1281 [*]
Resíduo	19	6,5489	2,5849	1,1325
CV (%)		8,71	8,21	

** (P<0,01); * (P<0,05); ns (não significativo)

TABELA 5A Análise de variância da variável perda de peso por cozimento (PPC) e textura (Tx) do músculo *Semimembranosus*.

FV	GL	Quadrado Médio	
		PPC	Tx
Categoria	3	86,7925 *	0,1608 ^{ns}
Sexo	1	55,0957 ^{ns}	0,0041 ^{ns}
Resíduo	19	27,4461	0,4940
CV (%)		10,91	17,25

* ($P < 0,05$); ns (não significativo)

TABELA 6A Análise de variância da variável perda de peso por cozimento (PPC) e textura (Tx) do músculo *Longissimus dorsi*.

FV	GL	Quadrado Médio	
		PPC	Tx
Categoria	3	13,8029 ^{ns}	0,1544 ^{ns}
Sexo	1	0,1766 ^{ns}	0,1113 ^{ns}
Resíduo	19	22,8637	1,0456
CV		11,12	21,57

ns (não significativo)

TABELA 7A Análise de variância de cinza (Cz) e umidade (Um) do músculo *Longissimus dorsi* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Cz	Um
Categoria	3	0,0360 ^{ns}	4,0884 ^{ns}
Sexo	1	0,0020 ^{ns}	0,3814 ^{ns}
Resíduo	12	0,0478	2,4712
CV (%)		27,99	2,08

ns - não significativo

TABELA 8A Análise de variância de cinza (Cz) e umidade (Um) do músculo *Semimembranosus* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado Médio	
		Cz	Um
Categoria	3	0,1730 ^{ns}	4,4890 ^{ns}
Sexo	1	0,4302 ^{ns}	1,1371 ^{ns}
Resíduo	12	0,2083	2,1615
CV		51,01	1,94

ns - não significativo

TABELA 9A Análise de variância da gordura e proteína (Ptn) do músculo *Longissimus dorsi* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado médio	
		Gordura	Ptn
Categoria	3	0,9127 ^{ns}	0,2323 ^{ns}
Sexo	1	0,0038 ^{ns}	1,0261 ^{ns}
Resíduo	15	1,0882	1,2364
CV (%)		71,72	5,04

ns - não significativo

TABELA 10A Análise de variância da gordura e proteína (Ptn) do músculo *Semimembranosus* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado médio	
		Gordura	Ptn
Categoria	3	0,8565 ^{ns}	0,6121 ^{ns}
Sexo	1	1,6690 ^{ns}	0,0061 ^{ns}
Resíduo	15	0,4642	2,0826
CV (%)		68,53	6,54

ns - não significativo

TABELA 11A Análise de variância do colesterol em base de matéria natural (CMN) do músculo *Semimembranosus* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado médio
		CMN
Categoria	3	324,8447 ^{ns}
Sexo	1	1350,9713 ^{ns}
Resíduo	3	353,9657
CV (%)		42,41

ns – não significativo

TABELA 12A Análise de variância do colesterol em base de matéria natural (CMN) do músculo *Longissimus dorsi* em eqüinos.

FV	GL	Quadrado médio
		CMN
Categoria	3	315,0918 ^{ns}
Sexo	1	1.247,3788*
Resíduo	13	229,5432
CV (%)		33,45

($p < 0,05$); ns – não significativo.