



**DIFERENTES MÉTODOS DE ABATE
E SEXO NA QUALIDADE DA CARNE DE
CAPIVARA (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)**

SANDRA HELENA INOUE ODA

2002



MP

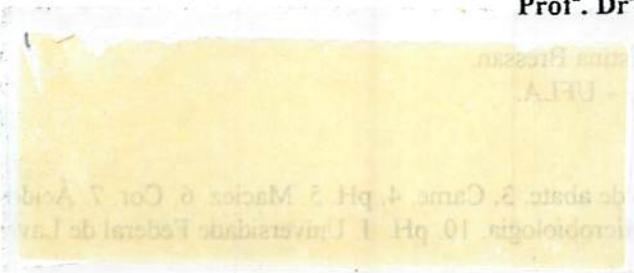
SANDRA HELENA INOUE ODA

**DIFERENTES MÉTODOS DE ABATE E SEXO NA QUALIDADE DA
CARNE DE CAPIVARA (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.1766)**

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 Dr.^a Maria Cristina Bressan



**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Oda, Sandra Helena Inoue

Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara
(*Hydrochaeris Hydrochaeris* L. 1766) / Sandra Helena Inoue Oda. -- Lavras :
UFLA, 2002.

145p. : il.

Orientadora: Maria Cristina Bressan.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Capivara. 2. Método de abate. 3. Carne. 4. pH. 5. Maciez. 6. Cor. 7. Ácidos
graxos. 8. Colesterol. 9. Microbiologia. 10. pH. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD-664.9297

SANDRA HELENA INOUE ODA

**DIFERENTES MÉTODOS DE ABATE E SEXO NA QUALIDADE DA
CARNE DE CAPIVARA (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.1766)**

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".

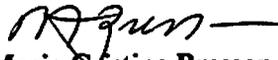
APROVADA em 26 de julho de 2002

Prof. Dr.ª. Roberta H. Picolli Valle

UFLA

Prof. Dr. Juan Ramón O. Pérez

UFLA



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

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

“Devemos considerar o estado presente do Universo como efeito de seu estado anterior e como causa daquilo que vai seguir-se. Uma inteligência que, por um instante dado, conhecesse todas as forças de que a natureza é animada e a situação respectiva dos seres que a compõe, englobaria na mesma fórmula os movimentos dos maiores corpos do Universo, e do mais leve dos átomos; nada seria incerto para ela, e o futuro, como o passado, seria presente a seus olhos.”

Laplace

DEDICO

Aos meus pais, Teruo e Kikue, pelo amor incondicional, respeito e confiança.

Aos meus queridos irmãos, Marcio e André, pelo carinho e torcida.

Ao Massaki, pelo afeto e companheirismo ao longo dessa jornada.

A Deus, por tudo.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela graça da vida.

Ao CNPq pelo suporte financeiro e concessão da bolsa de estudos.

À Prof^a Dr^a Maria Cristina Bressan pela confiança e ensinamentos transmitidos, além da valiosa amizade.

À Prof^a Dr^a Roberta H. P. do Valle pela orientação, apoio e amizade.

À empresa Pró-Fauna, em especial ao Paulo Bezerra e a Carla, pelas amostras cedidas, colaboração e hospitalidade com que nos receberam.

À Prof^a Dr^a Maria das Graças Cardoso pela ajuda e gentil acolhida.

Ao Prof. José Cal-Vidal e à Prof^a Rosemary G. F. A. Pereira pelo uso do texturômetro e do colorímetro.

Aos “irmãozinhos” da Equipe de Carnes: Peter Pan, Josye, Carol, Valério e Flavia, e aos amigos do laboratório de Microbiologia de Alimentos: Cleube e Simone, pela amizade e ajuda na condução das análises.

À minha família, que sempre me incentivou e apoiou em todos os momentos.

Ao Massaki pelo amor demonstrado a todo instante.

Aos laboratoristas e funcionários do DCA, Tina, Sandra, Eliane, Mércia, “Seu” Pianinho, Giselda, Cleusa, Lú, Sr. Miguel e Aleida, por toda a atenção e dedicação disponibilizadas em cada trabalho executado.

Aos zootecnistas Giulianna Z. Miguel, Taciana V. Savian, Nilo Salgado Jardim e Fabiana Cordeiro Rosa pela amizade e apoio.

Aos funcionários da biblioteca da UFLA por toda ajuda.

Às eternas amigas Daniela G. G. Moreira e Ana Maria C. Braga, que mesmo de longe torceram e me apoiaram; enfim, a todos que colaboraram com o experimento.

BIOGRAFIA

Sandra Helena Inoue Oda, filha de Teruo Oda e Kikue Inoue Oda, nasceu no dia 16 de abril de 1976, na cidade de Santos, estado de São Paulo.

Em agosto de 1994 ingressou na Universidade Federal de Lavras (MG), graduando-se em Zootecnia em setembro de 1999. Durante a graduação foi monitora no departamento de Ciência dos Alimentos e membro da Empresa Júnior de Consultoria.

Em agosto de 2000, iniciou o curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Mestre em julho de 2002.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Introdução Geral.....	1
1 Introdução.....	2
2 Referencial Teórico.....	5
2.1 Considerações sobre a espécie.....	5
2.2 Operações de abate.....	7
2.3 Transformação do músculo em carne.....	8
2.4 Parâmetros físicos usados na determinação da qualidade da carne....	10
2.4.1 Cor.....	10
2.4.2 Perda de peso por cozimento (PPC).....	11
2.4.3 Maciez da carne.....	12
2.5 Composição química da carne.....	15
2.5.1 Composição centesimal.....	15
2.5.1.1 Água.....	15
2.5.1.2 Proteína.....	15
2.5.1.3 Lipídeos.....	16
2.5.1.4 Minerais.....	18
2.5.2 Colesterol.....	19
2.5.3 Composição em ácidos graxos (AG).....	22
2.5.3.1 Estrutura e classificação dos ácidos graxos.....	24
2.5.3.2 Metabolismo dos ácidos graxos da dieta.....	25
2.5.3.3 Síntese de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6.....	25
2.5.3.4 Ácidos graxos saturados (AGS).....	29

2.5.3.5 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM).....	30
2.5.3.6 Ácidos graxos poliinsaturados (AGP).....	30
2.5.3.7 Ácidos graxos trans.....	35
2.6 Aspectos microbiológicos.....	36
3 Referências Bibliográficas.....	41
CAPÍTULO 2: Composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de capivaras (<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> L. 1766) submetidas a dois métodos de abate.....	
1 Resumo.....	56
2 Abstract.....	57
3 Introdução.....	58
4 Material e Métodos.....	60
4.1 Material.....	60
4.2 Tratamentos.....	60
4.3 Coleta de amostras.....	60
4.4 Análises laboratoriais.....	61
4.4.1 Composição centesimal.....	61
4.4.2 Teor de colesterol e perfil de ácidos graxos.....	61
4.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	62
5 Resultados e Discussão.....	63
5.1 Composição centesimal.....	63
5.2 Perfil em ácidos graxos (AG).....	66
5.2.1 Ácidos graxos saturados (AGS).....	66
5.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM).....	69
5.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados (AGP).....	73
5.3 Teor de colesterol.....	78
6 Conclusões.....	80
7 Referências Bibliográficas.....	81

CAPÍTULO 3: Parâmetros físico-químicos da carne de capivaras	
<i>(Hydrochaeris hydrochaeris L. 1766)</i> submetidas a dois métodos de	
abate.....	89
1 Resumo.....	90
2 Abstract.....	91
3 Introdução.....	92
4 Material e Métodos.....	95
4.1 Material.....	95
4.2 Tratamentos.....	95
4.3 Análises laboratoriais.....	95
4.3.1 Avaliação bioquímica.....	95
4.3.2 Coleta de amostras.....	96
4.3.3 Avaliações físicas.....	96
4.4 Delineamento experimental e análise estatística.....	97
5 Resultados e Discussão.....	99
5.1 Declínio do pH <i>post mortem</i>	100
5.2 Cor (L^* , a^* e b^*).....	102
5.3 Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC)....	105
6 Conclusões.....	108
7 Referências Bibliográficas.....	109
CAPÍTULO 4: Influência dos métodos de abate na qualidade	
microbiológica da carne de capivara (<i>Hydrochaeris hydrochaeris L.</i>	
1766).....	113
1 Resumo.....	114
2 Abstract.....	115
3 Introdução.....	116
4 Material e Métodos.....	118
4.1 Matéria-prima.....	118

4.2 Métodos de abate.....	118
4.3 Coleta de amostras.....	118
4.4 Análises realizadas.....	119
4.4.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos.....	119
4.4.2 Quantificação do Número Mais Provável de coliformes totais e fecais.....	119
4.4.3 Determinação de microrganismos anaeróbios.....	120
5 Resultados e Discussão.....	121
5.1 Microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	121
5.2 Microrganismos aeróbios mesófilos.....	122
5.3 Microrganismos anaeróbios.....	123
5.4 Coliformes totais e fecais.....	125
6 Conclusões.....	126
7 Referências Bibliográficas.....	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
ANEXOS.....	134

RESUMO GERAL

ODA, Sandra Helena Inoue. **Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)**. Lavras: UFLA, 2002. 145p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos)

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos fatores método de abate (MA): humanitário (MH) e por tiro (MT) na região temporo occipital; e sexo na composição centesimal, teor de colesterol, perfil de ácidos graxos (AG), declínio do pH, pH final, cor ($L^*a^*b^*$), perda de peso por cozimento (PPC); força de cisalhamento (FC) e qualidade microbiológica da carne de capivara. O total de 20 capivaras (13 machos e 7 fêmeas), com peso médio de 45,71 kg, foi abatido em julho de 2001. O músculo *longissimus dorsi* (LD) apresentou composição média de 75,79% de umidade, 1,49% de lipídeos, 21,88% de proteína e 1,07% de cinzas. Os machos apresentaram teores de lipídeos totais (1,75%) mais elevados ($P<0,05$) do que as fêmeas (0,98%). O teor de colesterol no músculo *semimembranosus* (SM) foi de 31,51 mg/100 g e os AG encontrados em maior proporção foram: C16:0 (29,56%), C18:1 ω 9 (26,90%), C18:2 ω 6 (19,18%), C18:0 (6,57%), C18:3 ω 3 (4,91%), C14:0 (3,64%) e C20:4 ω 6 (3,45%). Os fatores sexo e MA influenciaram ($P<0,01$) o pH. As fêmeas e machos mostraram, às 3h p.m., médias de pH de 6,27 e 5,87, e às 24h, valores de 6,16 e 5,76, respectivamente. Os valores de pH para MA, às 1, 5 e 24h p.m., foram: 6,30-6,05; 6,05-5,95; e, 5,87-5,93 para o MT e o MH, respectivamente, mostrando que o MH acelera a instalação do *rigor*, entretanto maior acidificação da carne ocorre no MT. Com relação à cor, o valor L^* (luminosidade) foi menor ($P<0,05$) no MH (29,58) do que no MT (32,40). Entretanto, o sexo não influenciou o L^* . Os fatores MA e sexo não influenciaram: na cor, o valor a^* (vermelho), com médias de 14,72-13,69; o valor b^* (amarelo), com variação de 0,34-0,68; e na PPC (24,93-32,33%). A FC foi mais elevada ($P<0,05$) no MT (5,04 kgf/g) do que no MH (3,97 kgf/g). Os resultados obtidos nas análises microbiológicas indicam que as carnes de capivara, oriundas das duas modalidades de abate e conservadas sob refrigeração, devam ser consumidas até o 9º dia de estocagem, quando começam a ocorrer as alterações sensoriais do produto, resultado do crescimento da flora psicrotrofica.

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

GENERAL ABSTRACT

ODA, Sandra Helena Inoue. Different slaughter methods and sex in the quality of capybara meat (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). Lavras: UFLA, 2002. 145p. (Dissertation - Master in Food Science)

The objective of the present study was to evaluate the effects of slaughter methods (SM): traditional (TS) and head-shot (HS); and sex in the proximate composition; cholesterol content; fatty acids (FA) profile; pH decline; ultimate pH; colour ($L^*a^*b^*$); cooking loss (CL); shear force (SF); and microbiological quality of capybara meat. A total of 20 capybaras (13 males and 7 females) with average weight of 45.71kg were slaughtered on July 2001. The *longissimus dorsi* muscle (LD) presented 75.79% of moisture, 1.49% of lipids, 21.88% of crude protein and 1.07% of ash. Males had higher levels of total lipids (1.75%) than females (0.98%). The cholesterol content in *semimembranosus* (SM) muscle was 31.51 mg/100 g and the FA found in larger proportion were: C16:0 (29.56%), C18:1 ω 9 (26.90%), C18:2 ω 6 (19.18%), C18:0 (6.57%), C18:3 ω 3 (4.91%), C14:0 (3.64%) and C20:4 ω 6 (3.45%). The factors sex and SM influenced ($P<0,01$) pH values. Females and males had, at 3h p.m., pH means of 6.27 and 5.87, and at 24h, values of 6.16 and 5.76, respectively. The pH values for SM, at 1, 5 and 24h p.m., were: 6.30-6.05; 6.05-5.95 and 5.87-5.93 in HS and TS, respectively, showing that TS accelerates the onset of *rigor*, however, higher meat acidification occurred in HS. In respect of colour, the SM had significant effect ($P<0,05$) in L^* value (lightness). The L^* value in TS (29.58) was smaller than in HS (32.40). However, sex had no effect on L^* values. The SM and sex had no effect on: colour, a^* values (redness), with means of 14.72 and 13.69 and, b^* values (yellowness), from 0.34 to 0.68; and in cooking loss (24.93 to 32.33%). Shear force (SF) (toughness) was higher ($P<0,05$) in HS (5.04 kgf/g) than in TS (3.97 kgf/g). Interpretation of microbiological analysis indicated that refrigerated capybara meat from both methods studied should be used within 9 days due to spoilage-like appearance resulted of psychrotroph microbial growth on meat.

Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) and Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

1 Introdução

A conservação da biodiversidade das diferentes regiões figura entre as principais preocupações dos países desenvolvidos, justificando os investimentos elevados em subsídios agrícolas. Nessa manutenção da biodiversidade, a conservação dos recursos de fauna implica em seu uso de maneira racional (sem exauri-lo), pois a forma como uma espécie animal silvestre será explorada poderá, no futuro, resultar em sua sobrevivência. Com respeito à fauna brasileira, os animais silvestres tradicionalmente estão sujeitos a altas pressões de caça por parte das populações indígenas e rurais. Esse tipo de exploração, baseado no puro extrativismo, tende a conduzir ao extermínio de muitas espécies, representando perdas imensuráveis para a biodiversidade.

A exploração racional dos animais silvestres em criatórios autorizados, associada à exploração pecuária e agrícola convencional, apresenta muitas vantagens: a) aproveitamento de áreas ou locais marginais, impróprios para a criação de animais domésticos; b) preservação de uma maior diversidade de vida silvestre nativa; c) manutenção da potencialidade do sistema; d) possibilidade de trabalhar com espécies mais resistentes e adaptadas às condições regionais; e) aproveitamento da mão-de-obra local; f) transformação do proprietário de terras em um agente de conservação; e g) possibilidade de desenvolvimento de estudos a respeito das espécies em questão e do ambiente em que se desenvolvem.

Os animais silvestres normalmente são fonte de produtos de grande rentabilidade, tais como: a carne (proteína), o couro e pele (indústria de peles e vestuário), as penas e dentes (materiais de adornos) e a gordura (finalidades medicinais). Dentre esses, a produção de carne é a atividade com maior potencial de mercado, principalmente nos grandes centros consumidores, onde a demanda por esse tipo de carne é elevada, e a oferta, baixa e instável. As

1 Introdução

A conservação da biodiversidade das diferentes regiões figura entre as principais preocupações dos países desenvolvidos, justificando os investimentos elevados em subsídios agrícolas. Nessa manutenção da biodiversidade, a conservação dos recursos de fauna implica em seu uso de maneira racional (sem exauri-lo), pois a forma como uma espécie animal silvestre será explorada poderá, no futuro, resultar em sua sobrevivência. Com respeito à fauna brasileira, os animais silvestres tradicionalmente estão sujeitos a altas pressões de caça por parte das populações indígenas e rurais. Esse tipo de exploração, baseado no puro extrativismo, tende a conduzir ao extermínio de muitas espécies, representando perdas imensuráveis para a biodiversidade.

A exploração racional dos animais silvestres em criatórios autorizados, associada à exploração pecuária e agrícola convencional, apresenta muitas vantagens: a) aproveitamento de áreas ou locais marginais, impróprios para a criação de animais domésticos; b) preservação de uma maior diversidade de vida silvestre nativa; c) manutenção da potencialidade do sistema; d) possibilidade de trabalhar com espécies mais resistentes e adaptadas às condições regionais; e) aproveitamento da mão-de-obra local; f) transformação do proprietário de terras em um agente de conservação; e g) possibilidade de desenvolvimento de estudos a respeito das espécies em questão e do ambiente em que se desenvolvem.

Os animais silvestres normalmente são fonte de produtos de grande rentabilidade, tais como: a carne (proteína), o couro e pele (indústria de peles e vestuário), as penas e dentes (materiais de adornos) e a gordura (finalidades medicinais). Dentre esses, a produção de carne é a atividade com maior potencial de mercado, principalmente nos grandes centros consumidores, onde a demanda por esse tipo de carne é elevada, e a oferta, baixa e instável. As

CAPÍTULO 1

Introdução Geral

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma visão geral do curso e dos conteúdos que serão abordados ao longo do semestre. O curso é dividido em duas partes principais: a primeira parte trata dos fundamentos da matemática, e a segunda parte trata das aplicações da matemática em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

A primeira parte do curso é dedicada ao estudo dos números reais e das funções reais. Nesta parte, serão abordados os conceitos de conjunto, função, limite e continuidade. A segunda parte do curso é dedicada ao estudo da matemática aplicada, com ênfase na análise de sistemas dinâmicos e na otimização.

O curso é dividido em duas partes principais: a primeira parte trata dos fundamentos da matemática, e a segunda parte trata das aplicações da matemática em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

A primeira parte do curso é dedicada ao estudo dos números reais e das funções reais. Nesta parte, serão abordados os conceitos de conjunto, função, limite e continuidade. A segunda parte do curso é dedicada ao estudo da matemática aplicada, com ênfase na análise de sistemas dinâmicos e na otimização.

O curso é dividido em duas partes principais: a primeira parte trata dos fundamentos da matemática, e a segunda parte trata das aplicações da matemática em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

A primeira parte do curso é dedicada ao estudo dos números reais e das funções reais. Nesta parte, serão abordados os conceitos de conjunto, função, limite e continuidade. A segunda parte do curso é dedicada ao estudo da matemática aplicada, com ênfase na análise de sistemas dinâmicos e na otimização.

O curso é dividido em duas partes principais: a primeira parte trata dos fundamentos da matemática, e a segunda parte trata das aplicações da matemática em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

A primeira parte do curso é dedicada ao estudo dos números reais e das funções reais. Nesta parte, serão abordados os conceitos de conjunto, função, limite e continuidade. A segunda parte do curso é dedicada ao estudo da matemática aplicada, com ênfase na análise de sistemas dinâmicos e na otimização.

O curso é dividido em duas partes principais: a primeira parte trata dos fundamentos da matemática, e a segunda parte trata das aplicações da matemática em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

A primeira parte do curso é dedicada ao estudo dos números reais e das funções reais. Nesta parte, serão abordados os conceitos de conjunto, função, limite e continuidade. A segunda parte do curso é dedicada ao estudo da matemática aplicada, com ênfase na análise de sistemas dinâmicos e na otimização.

espécies que despertam o interesse para essa exploração (especialmente os roedores) são: a paca (*Agouti paca*), a cutia (*Dasyprocta sp.*), o preá (*Cavia sp.*), o rato-do-banhado (*Myocastor coypus*) e a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (Albuquerque, 1993).

No Brasil, a obtenção das carnes de animais silvestres ocorre por abate convencional em abatedouros para animais de pequeno porte, normalmente adaptados aos diferentes animais. Essa prática é aceita e normatizada pela Divisão de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura. Entretanto, as normas brasileiras não permitem a obtenção de carnes em fazendas de caça, embora nos documentos da Agenda 21, assinados em 1992, na conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, estejam previstos programas de incentivo para implementação da caça esportiva em fazendas com criatórios de animais silvestres, semelhante ao que é feito e regulamentado em alguns países desenvolvidos, como os Estados Unidos e diversos países europeus, onde a caça amadora e esportiva é utilizada para gerar recursos e preservar espécies.

As modalidades de abate “convencional” e por “caça” apresentam algumas diferenças. No abate convencional, os animais são atordoados por choque elétrico ou por pistola de êmbolo cativo (abate humanitário, Decreto nº2244, de 4 de junho de 1997), seguido da operação de sangria, no abatedouro. No caso do abate por caça, os animais são alvejados na região da cabeça, no próprio local de criação, e após alguns minutos a caça é recolhida, coureada e eviscerada. Comparando essas modalidades, na obtenção da carne por caça a operação de sangria é eliminada. Esse fato tem sido a principal justificativa das autoridades sanitárias brasileiras para a inviabilização da implantação das fazendas de caça no Brasil. É sabido que o escoamento do sangue do animal garante uma vida-de-prateleira mais longa. Entretanto é possível, considerando as vantagens da implantação das fazendas de caça, estabelecer as diferenças na

qualidade de carnes obtidas de abate convencional e por caça, bem como determinar a vida-de-prateleira das carnes oriundas dessas modalidades de abate.

Os objetivos do presente trabalho foram: avaliar a qualidade da carne de capivara obtida por método de abate convencional e por tiro e caracterizar a composição química dessa carne.

2 Referencial Teórico

2.1 Considerações sobre a espécie

A capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) é a maior espécie de roedor existente. Esse animal, de hábitos semi-aquáticos, pertence à ordem *Rodentia*, subordem *Caviomorpha*, subfamília *Cavioidea*, família *Hydrochoeridae*, subfamília *Hydrochoerinae* e gênero *Hydrochoerus*. O gênero *Hydrochoerus* encontra-se distribuído desde o sul do Panamá até o nordeste da Argentina, em toda a área leste dos Andes. No Brasil, encontra-se amplamente distribuído, exceto em regiões do semi-árido nordestino, onde a escassez de água torna-se fator limitante à sua adaptação (Andrade, 1996).

A denominação para esta espécie varia nos diferentes locais, sendo conhecida como chigüirre na Venezuela, poncho no Panamá, carpinchos na Argentina e Uruguai, capybara nos EUA, wasserschwein na Alemanha e water zwyn na Holanda (González-Jiménez, 1995).

A capivara adulta pode alcançar até 1,5m de comprimento e 60cm de altura, com um peso médio de 40-50kg, podendo alcançar até 90kg (González-Jiménez, 1995). Seu corpo é maciço e coberto de pêlos, apresenta forma arredondada, cabeça prolongada de forma retangular, com orelhas pequenas e sem pêlos, pescoço curto e grosso; possui olhos e narinas em um mesmo plano na cabeça, permitindo a mínima exposição possível quando na presença de água. As patas anteriores possuem quatro dedos, e as posteriores, três. Todos os dedos são unidos entre si por uma pequena membrana natatória e são dotados de unhas fortes e grossas (Ojasti, 1973; Nogueira-Filho, 1996).

O dimorfismo sexual não é evidente na capivara, pois o ânus e os órgãos genitais apresentam-se recobertos por uma prega cutânea. Nos machos, os testículos ficam aderidos ao abdômen (Ojasti, 1973). Uma característica

secundária na determinação do sexo é a presença de uma glândula sebácea proeminente, presente sobre o focinho dos machos adultos (Ojasti, 1973). Essa glândula desenvolve-se quando o macho possui atividade sexual constante e está relacionada também com a estrutura social do grupo; muitas vezes está presente apenas no macho dominante do grupo (Mendes, 1999).

Esses animais possuem hábito crepuscular, exceto em regiões com alta pressão de caça, quando passam a desenvolver suas atividades no período noturno (Silva Neto, 1989).

As capivaras, apontadas como uma espécie de grande potencial zootécnico para a produção de carne e couro, são utilizadas racionalmente na Venezuela e na Colômbia. Os atributos biológicos que as tornam apropriadas para criação e produção de carne são: a) crescimento rápido; b) alta eficiência reprodutiva; c) comportamento social que permite o agrupamento de indivíduos em espaço reduzido para alimentação e manejo; e d) exigência de dieta de baixo custo (Emmons, 1987). Segundo a FAO, a capivara pode ser considerada um novo animal doméstico com manejo e uso bem estabelecidos (González-Jiménez, 1995).

A carne de capivara é um produto com grande potencial para a comercialização no mercado nacional e internacional (Lavorenti, 1989). Além da boa aceitação, a carne de capivara permite diversas formas de preparo, lembrando que a fibra muscular da capivara é mais abundante, ainda que mais curta que a fibra muscular dos bovinos (Mackey et al., 1976). Dentro de um mesmo corte existem diferenças de cor e sabor e os processos de cocção, de forma geral, não alteram a aparência da carne (Hosken, 1999). Atualmente, a carne de capivara é vendida pelo produtor a cerca de US\$8,00/kg e chega ao consumidor final com valores de até US\$20,00/kg (Andrade, 1996).

Com relação aos subprodutos, o couro de capivara é apreciado no mercado exterior devido às suas características de impermeabilidade, leveza e

existência de fibras em um só sentido. A pelica, conhecida por “carpincho leather”, é utilizada na confecção de calçados, luvas e vestuário (González-Jiménez, 1977; González-Jiménez, 1995; Andrade, 1996). Quando a caça ainda era liberada, o Brasil produziu oficialmente um total de 1.546.696 couros de capivaras no período de 1960 até 1969, mas os dados certamente estão subestimados (IBGE, 1963-70). O óleo, extraído da gordura subcutânea, é utilizado popularmente com fins medicinais nos tratamentos de asma, bronquite, reumatismo e alergias. Um animal adulto pode render até 4 litros de óleo (Saldanha, 2000). Os pêlos, um dos subprodutos da capivara, podem ser utilizados na fabricação de pincéis e tapeçaria (Andrade, 1996; Saldanha, 2000).

2.2 Operações de abate

O abate de animais silvestres, no Brasil, é realizado de forma convencional (abate humanitário, Decreto nº 2244 de 04/06/1997) em frigoríficos destinados ao abate de pequenos animais, com algumas adaptações. Inicialmente, ocorre o atordoamento dos animais (por choque elétrico ou pistola de dardo cativo), em seguida, é realizada a sangria (etapa responsável pela morte do animal, com perda de até 50% do total de sangue) e a lavagem das carcaças com jatos de água. Então, essas são conduzidas ao tanque de escaldagem, onde serão submersas por 1 minuto em água a 70 °C (para facilitar a retirada dos pêlos). Na sequência, são realizadas as operações de esfola (retirada dos pêlos), retirada das unhas e da cabeça e a evisceração (retirada das vísceras torácicas e abdominais). Posteriormente, acontece a serragem longitudinal da carcaça em meias-carcaças, a inspeção sanitária (avaliação dos órgãos e carcaça), o pré-resfriamento e resfriamento (redução da temperatura da carcaça de 37 para 7 °C) e a desossa às 24 h *post mortem*, com a realização de cortes comerciais (Bressan & Perez, 2000).

Variações nos métodos de abate são permitidas pelas autoridades

sanitárias brasileiras. A operação de insensibilização pode ser suprimida no caso de abate por jugulação, ou ainda no abate maometano. No caso de abate por caça, as operações de atordoamento e sangria são eliminadas. A ausência da sangria pode resultar em alterações nas características visuais (cor), na qualidade microbiológica da carne e redução da vida-de-prateleira, quando comparada ao abate convencional, e isso pode acarretar em condenações parciais de cortes e órgãos ou a condenação total da carcaça como cadáver (Aires, 1955; McCarthy et al., 1963).

Com relação à obtenção de carnes por caça, os países da União Européia estabelecem normas sanitárias para as operações de abate e manipulação dessas carnes. Nessas condições, logo após o abate por “tiro” são adotados os seguintes procedimentos: os animais de caça são eviscerados e as carcaças, juntamente com as vísceras torácicas, devidamente identificadas e embaladas, são acondicionadas em caminhões refrigerados a 4 °C e transportadas para o frigorífico, em um período de até 12 horas. Na planta frigorífica, as carcaças são inspecionadas e resfriadas a temperaturas iguais ou inferiores a 4 °C ou podem, ainda, ser congeladas e mantidas a -12 °C.

No abate por tiro, costuma-se alvejar a região da cabeça e do pescoço do animal, acertando cortes de menor valor comercial e resultando, na maioria das vezes, na queda imediata do animal. Tiros na região do coração ou do dianteiro (paleta ou costelas) do animal ocasionam perdas de até 20% da carcaça, além de permitir a fuga da caça por distâncias longas até sua queda e morte (Hoffman, 2000; Hoffman & Ferreira, 2000).

2.3 Transformação do músculo em carne

A transformação do músculo em carne compreende inúmeras reações químicas que resultam em mudanças no meio-cárneo. Três fases bioquímicas (*pré-rigor*, *rigor* ou *post rigor*) se diferenciam com relação às reservas de

energia e produtos dessas reações. Como consequência da morte do animal, a glicose extra celular não pode fornecer a energia necessária para o metabolismo, ficando disponível somente fontes intracelulares para dar continuidade à glicólise: ATP, fosfocreatina e glicogênio. Porém, tanto o ATP como a fosfocreatina encontram-se em baixas concentrações no músculo, sendo, portanto, o glicogênio a principal fonte de energia para a glicólise. A glicólise é responsável, no *post mortem* pela transformação das reservas de glicogênio muscular em lactato. Dessa maneira, o acúmulo do ácido láctico e a queda do pH no *post mortem* dependem fundamentalmente da quantidade de glicogênio no momento do sacrifício. No músculo vivo, o lactato é transportado pelo sistema circulatório ao fígado, onde é convertido em glicose na via da neoglicogênese (Pearson, 1994). Segundo Forrest et al. (1979), baixas reservas de glicogênio são responsáveis por uma baixa extensão da glicólise, instalação do *rigor mortis* superficial e elevado pH final.

Segundo Culau (1991), a glicólise desenvolve-se lentamente no *post mortem* e o pH muscular passa de 7,2 a 5,5-5,8 em 24 horas. Entretanto, a extensão e a velocidade do declínio do pH no *post mortem* dependem de inúmeros fatores, tais como: resistência ou susceptibilidade do animal ao estresse, temperatura *post mortem*, localização anatômica do músculo analisado, transporte, insensibilização, jejum, nutrição e procedimentos realizados imediatamente após o abate e antes do estabelecimento do *rigor mortis*, como estimulação elétrica e desossa a quente (Shorthose, 1978; Asghar & Yeates, 1979; Devine et al., 1983; Warris et al., 1990; Reddy et al., 1991; Kadim et al., 1993; Roça & Serrano, 1994).

A queda do pH após a morte, causada pelo acúmulo de ácido láctico, constitui um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne, com decisiva importância na futura qualidade da carne e dos produtos preparados a partir dela. O pH final do músculo influencia vários aspectos de

qualidade, como, por exemplo, a capacidade de retenção de água (CRA) e a perda de peso por cozimento (PPC), e também algumas propriedades organolépticas, como suculência, maciez, *flavour* e cor (Pardi et al., 1993). O descenso de pH é importante também na manutenção da vida-de-prateleira do produto, pois o pH baixo inibe o desenvolvimento de microrganismos (Canhos & Dias, 1983).

2.4 Parâmetros físicos usados na determinação da qualidade da carne

2.4.1 Cor

A cor é uma importante propriedade funcional da carne e está intimamente relacionada a outras, tais como: o pH, a capacidade de retenção de água, a capacidade emulsificante e a textura. Além disso, a cor é apontada como o índice de frescor e qualidade mais óbvio para o consumidor e, por isso, tem influência direta na decisão de compra da carne (Sarantopoulos & Pizzinato, 1990; Sainz, 1996; Olivo et al., 2001). A cor observada na superfície das carne é 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, principal pigmento de cor da carne, consiste numa porção globular (globina) e um grupo prostético (o anel heme). O anel heme tem uma estrutura química plana, na qual o átomo de ferro (localizado no centro) possui um de seus seis sítios de ligação disponível para ligar-se a vários grupos químicos. O estado de oxidação do ferro e o grupo químico que irá ligar-se ao sítio são os principais fatores que determinarão a cor da carne. Quando o ferro encontra-se no estado ferroso (Fe^{++}), sem a presença de um composto ligado ou ligado a uma molécula de água, nos referimos à deoximioglobina, de cor vermelho púrpura, característica de carnes frescas. Entretanto, se a mioglobina

ferrosa é exposta ao ar, átomos de oxigênio irão ligar-se no sexto sítio de ligação do ferro, originando a oximioglobina, de cor vermelho cereja, brilhante. Se, no entanto, existem baixas concentrações de oxigênio, o ferro oxida-se, passando de Fe^{2+} para Fe^{3+} , originando a metamioglobina, de coloração amarronzada, rejeitada pelos consumidores (Dabés, 2001).

Em um tecido cárneo em que a sangria do animal tenha sido adequada, a mioglobina contribui com um percentual de 80 a 90% do pigmento total, embora possam ainda ser encontrados outros pigmentos, como a hemoglobina, a catalase e o citocromo oxidase (Pardi et al., 1993; Dabés, 2001). Vários fatores afetam a quantidade de mioglobina nos animais, tais como: espécie, idade, sexo, tipo de músculo e atividade física desenvolvida durante a vida, a qual influenciará no número de mitocôndrias da fibra muscular (Forrest et al., 1979). Outros fatores que podem afetar a cor do músculo são: o estresse no pré-abate, a natureza do estressor e a metodologia empregada na medição da cor (Apple et al., 1993). Com relação à espécie, os músculos e carnes oriundos de animais selvagens normalmente apresentam coloração mais escura do que os dos animais domésticos, pois a atividade física intensa destes acarreta uma demanda maior por oxigênio e, logo, uma concentração maior de mioglobina (Hedrick et al., 1994).

2.4.2 Perda de peso por cozimento (PPC)

A perda de peso no cozimento é uma medida importante de qualidade, pois está associada ao rendimento da carne no momento do consumo (Pardi et al., 1993). Essa característica é influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (Bouton et al., 1971). De acordo com Pardi et al. (1993), a gordura existente na carne é derretida quando sofre ação do calor, como no caso da cocção e é considerada também como perda. No músculo *longissimus*

e a hemoglobina), miofibrilares (incluem a actina, miosina, troponina e tropomiosina) e do estroma (que constituem o tecido conjuntivo e as proteínas a ele associadas). A proporção de proteína no músculo varia entre 18 a 22% (Forrest et al., 1979).

Além do seu grande conteúdo em proteína, sua disponibilidade em aminoácidos essenciais e suas características altamente favoráveis de digestibilidade lhe conferem elevado valor biológico. As proteínas do tecido conjuntivo, constituídas principalmente pelo colágeno e pela elastina, são exceção, pois são mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade. A ingestão diária de 100 g de carne fornece aproximadamente 45 a 55% da proteína diária recomendada para humanos (Pardi et al., 1993).

2.5.1.3 Lipídeos

Os lipídeos, juntamente com os carboidratos e proteínas, formam o grupo de compostos mais importante nos alimentos, com relevante papel na nutrição humana (Bobbio & Bobbio, 1989) devido ao seu valor energético (8,5 cal/g), ao conteúdo em ácidos graxos essenciais (como os poliinsaturados linoléico e araquidônico), à presença de vitaminas lipossolúveis e aos fosfolipídeos (essenciais na estrutura das paredes celulares e na regulação do metabolismo celular) (Forrest et al., 1979; Pardi et al., 1993; Bonagurio, 2001).

A maior parte da energia do corpo do animal é reservada para enfrentar períodos de escassez de alimentos. Essa energia é armazenada na forma de triglicerídeos puros, principalmente no abdômen (gordura abdominal), sob a pele (gordura subcutânea), em camadas entre os músculos (gordura intermuscular) e dentro do músculo (gordura intramuscular) (Norman, 1978). A presença de gordura subcutânea e o grau de infiltração da gordura intramuscular influenciam nas características organolépticas (maciez, suculência e flavour) da carne após o cozimento (Eichhorn et al., 1986).

da carne, a relação da distribuição muscular da gordura com a maciez não é bem clara (Schönfeldt et al., 1993).

Vários trabalhos tentam relacionar o grau de maciez com a velocidade de instalação do *rigor mortis* e a acidificação da carne, porém nem sempre os resultados são positivos. Embora a rápida instalação do *rigor mortis* seja descrita como responsável pela redução da maciez (Khan & Frey, 1971; Bouton et al., 1971), outros trabalhos (Sams & Mills, 1993; Contreras, 1995) demonstram que o comportamento da textura em relação à velocidade de glicólise pode apresentar-se contrário.

Na operação de resfriamento, se as carcaças são resfriadas antes da completa instalação do *rigor mortis*, acontece uma contração brusca e irreversível das fibras musculares, com redução no comprimento do sarcômero. Esse processo é denominado *cold shortening* e ocorre em carnes com maior proporção de fibras vermelhas (Locker & Hagyard, 1963). Entretanto, em músculos com maior percentual de fibras brancas, como peito de frango, isso não ocorre (Bressan, 1998).

Durante o armazenamento das carcaças ocorrem reações de proteólise das miofibrilas, que são apontadas como as principais responsáveis pela perda da integridade estrutural do tecido, com o conseqüente aumento da maciez da carne. Dois sistemas proteolíticos, as enzimas lisossômicas (catepsinas) e as proteases cálcio dependentes (calpáinas e calpastatinas), são tradicionalmente apontados como responsáveis por essas mudanças; porém, recentemente foi acrescentado a esses dois sistemas o complexo das proteases multicatalíticas (CDP) (Koochmaraie, 1988, 1990, 1992 abc). O mecanismo de maturação da carne inicia-se pela ação das calpáinas, 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 (Coró et al., 1999). As atividades das calpains I e II durante o armazenamento da carcaça ou de cortes diferem entre si, pois a calpaina II permanece estável no período *post mortem* e apresenta perdas progressivas, enquanto a calpaina I perde 50% de suas atividades após 8 h do sacrifício. Esse parece ser o principal argumento para apontar a calpaina I como a enzima responsável pelo amaciamento da carne (Koohmaraie & Seidman; 1987; Koohmaraie, 1992). A presença de calpastatina parece ser o maior regulador da atividade das calpains e sua capacidade inibitória é bastante decrescida pelo pH final da carne em torno de 5,5. O nível inicial de calpastatina é um importante fator na determinação da taxa de amaciamento, embora não afete significativamente sua extensão (Delgado, 2001). Segundo Koohmaraie et al. (1991), os valores de maciez diferenciados entre algumas espécies domésticas (bovinos, suínos e ovinos) podem ser atribuídos às diferentes taxas de degradação das proteínas miofibrilares nessas espécies.

A maciez da carne pode ser determinada subjetivamente por julgadores treinados em testes sensoriais, porém esse método apresenta alta variabilidade. Outras alternativas são os testes objetivos, como a força de cisalhamento (FC) usando o equipamento Warner-Blatzler ou similares. Nesses métodos são observadas menores variabilidades nos resultados (Bayley, 1972). Segundo Krausgrill et al. (1999), a força de cisalhamento corresponde à resistência da amostra em relação à lâmina da “probe”. Essa resistência se deve à estrutura espacial das proteínas miofibrilares (aumento da força de cisalhamento quando o comprimento do sarcômero diminui) ou à formação de pontes cruzadas na estrutura do tropocolágeno.

2.5 Composição química da carne

2.5.1 Composição Centesimal

A fauna silvestre assume um importante papel como fonte de alimento para os povos da América Latina, facilitando o acesso à proteína de origem animal pelas populações rurais mais pobres (Albuquerque, 1993). O valor nutritivo da carne se deve à quantidade e qualidade de suas proteínas, à presença de ácidos graxos essenciais e de vitaminas do complexo B e, em menor proporção, ao seu conteúdo em determinados sais minerais (Pardi et al., 1993).

Segundo Oliveira (1993), a grande variação existente na composição química da carne ocorre devido a vários fatores, tais como: o grupo muscular amostrado, o grau de acabamento da carcaça e o tipo de regime alimentar. Além disso, a preparação da amostra deve ser padronizada, principalmente em relação à manipulação na retirada das aponevroses e gorduras externas, homogeneização e trituração para garantir a representatividade da mesma.

2.5.1.1 Água

A água é o componente químico mais abundante nos seres vivos, está contido no tecido muscular numa proporção entre 70 a 80%, com pequenas variações entre as diferentes espécies de açougue. A água envolve todas as porções celulares e desempenha importante função nos processos vitais como solvente das substâncias orgânicas e inorgânicas, bem como soluções coloidais (proteínas, carboidratos), além de permitir, sob essas condições, o transporte e a reação das substâncias no organismo (Pardi et al., 1993; Prändal et al., 1994).

2.5.1.2 Proteína

As proteínas das carnes são provenientes dos tecidos musculares (miofibrilas) e conjuntivos e, secundariamente, do sarcoplasma. Classificam-se, segundo sua solubilidade, em proteínas sarcoplasmáticas (incluem a mioglobina

e a hemoglobina), miofibrilares (incluem a actina, miosina, troponina e tropomiosina) e do estroma (que constituem o tecido conjuntivo e as proteínas a ele associadas). A proporção de proteína no músculo varia entre 18 a 22% (Forrest et al., 1979).

Além do seu grande conteúdo em proteína, sua disponibilidade em aminoácidos essenciais e suas características altamente favoráveis de digestibilidade lhe conferem elevado valor biológico. As proteínas do tecido conjuntivo, constituídas principalmente pelo colágeno e pela elastina, são exceção, pois são mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade. A ingestão diária de 100 g de carne fornece aproximadamente 45 a 55% da proteína diária recomendada para humanos (Pardi et al., 1993).

2.5.1.3 Lipídeos

Os lipídeos, juntamente com os carboidratos e proteínas, formam o grupo de compostos mais importante nos alimentos, com relevante papel na nutrição humana (Bobbio & Bobbio, 1989) devido ao seu valor energético (8,5 cal/g), ao conteúdo em ácidos graxos essenciais (como os poliinsaturados linoléico e araquidônico), à presença de vitaminas lipossolúveis e aos fosfolipídeos (essenciais na estrutura das paredes celulares e na regulação do metabolismo celular) (Forrest et al., 1979; Pardi et al., 1993; Bonagurio, 2001).

A maior parte da energia do corpo do animal é reservada para enfrentar períodos de escassez de alimentos. Essa energia é armazenada na forma de triglicerídeos puros, principalmente no abdômen (gordura abdominal), sob a pele (gordura subcutânea), em camadas entre os músculos (gordura intermuscular) e dentro do músculo (gordura intramuscular) (Norman, 1978). A presença de gordura subcutânea e o grau de infiltração da gordura intramuscular influenciam nas características organolépticas (maciez, suculência e flavour) da carne após o cozimento (Eichhorn et al., 1986).

Segundo Kyle (1994), as diferenças existentes entre carnes de diferentes espécies são devidas, principalmente, à presença de diferentes gorduras. Na maioria das espécies silvestres, a gordura total representa menos de 5% do peso da carcaça e é, em sua maioria, gordura estrutural ou encontra-se sob a forma de fosfolípidos. Em animais domésticos, entretanto, a porcentagem de gordura frequentemente é maior que 20% do peso total da carcaça e geralmente assume forma saturada, gordura de reserva ou triglicérido. Por outro lado, ao contrário do que normalmente é empregado, a ingestão de gordura não é o único fator responsável pelas doenças cardiovasculares, mas a combinação de gordura (obesidade), sedentarismo, estresse constante e hábitos alimentares (maiores quantidades de ácidos graxos ômega-6 e menores de ômega-3) certamente contribui para a predisposição do indivíduo a estas enfermidades (Fuentes, 1998; Turatti, 2000).

Segundo Simopoulos (2000), a dieta humana tem sofrido mudanças significativas ao longo do tempo (Figura 1), influenciada pelos estilos de vida. Com o domínio da manipulação do fogo pelos nossos ancestrais, o homem transformou-se em um indivíduo caçador-coletor e seu organismo adaptou-se às mudanças na dieta (para uma maior biodisponibilidade dos nutrientes). Após o aprendizado das formas de cultivo das plantas e da domesticação dos animais, o homem evoluiu e tornou-se sedentário, organizando-se em povoados e, mais tarde, em cidades. Nas comunidades que se desenvolveram longe do mar, provavelmente houve um distanciamento na relação de ingestão de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 (de 1-2:1 para 5-10:1). Os hábitos alimentares das populações foram alterados há menos de dois séculos com o desenvolvimento do processo de hidrogenação (saturação) dos óleos para a fabricação de margarinas e a industrialização destes para fins comestíveis. Esses óleos ainda são preparados a partir de sementes vegetais ricas em ácidos graxos ômega 6 e com aportes relativamente menores em ácidos graxos ômega 3 (Simopoulos, 1991).

Nesse período, observou-se um aumento das mortes por doenças degenerativas (cardiovasculares, câncer, doenças auto-imunes), provavelmente relacionado com o aumento do consumo de gordura na dieta humana, associado a hábitos sedentários.

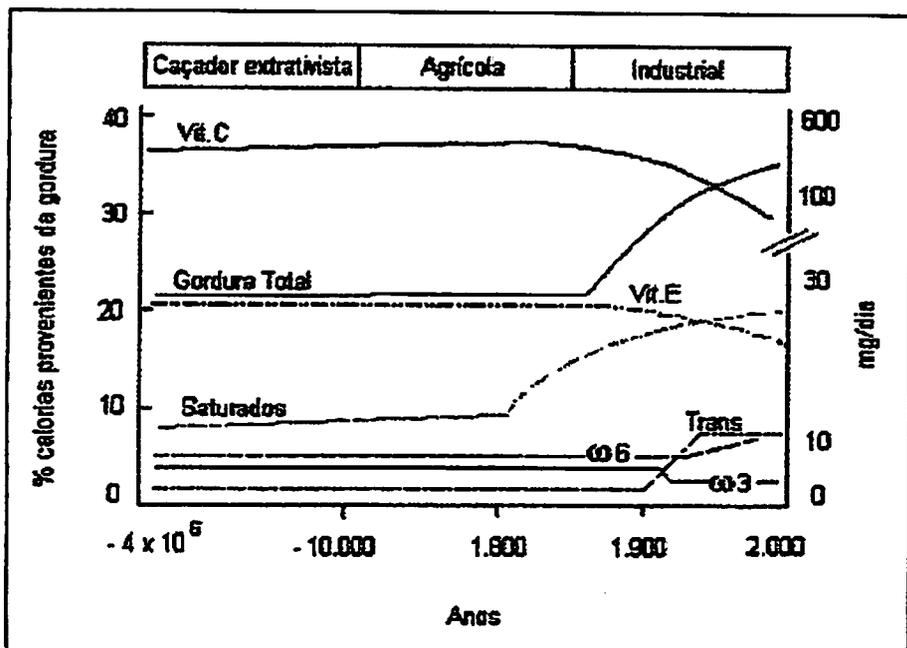


FIGURA 1 Mudança no consumo de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e ômega 6 pelo homem ao longo do tempo (Simopoulos, 2000).

2.5.1.4 Minerais

A carne é boa fonte de minerais ou componentes inorgânicos, presentes em quantidades de aproximadamente 1% (Norman, 1978), exceto de cálcio, localizado principalmente nos ossos e dentes (Forrest et al., 1979). Muitos

minerais essenciais são encontrados na carne magra, incluindo fósforo, ferro, cobre (em baixa quantidade) e outros (elementos traços) (Levie, 1979).

Os minerais realizam papel significativo na transformação do músculo em carne. A concentração de compostos fosfatados inorgânicos e de alta energia regula as reações glicogenolíticas. O magnésio, e particularmente o cálcio, contribuem para o estado de contração muscular *post mortem*, afetando a maciez da carne. Esses minerais, durante o descongelamento ou cocção, podem ser perdidos por lixiviação e muitos íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem afetar a vida-de-prateleira do produto final, pois catalisam as reações de oxidação dos lipídeos da carne, o que mais tarde resume-se em rancidez (Pedersen, 1994).

2.5.2 Colesterol

O colesterol ($C_{27}H_{46}O$), um dos esteróis mais importantes existentes nos tecidos animais (Lehninger et al., 1995), é produzido em quantidades necessárias pelo organismo e é nele estocado, estando especialmente concentrado no fígado, rins e cérebro (Turatti, 2000). Esse composto pode se apresentar na forma livre, combinado com ácidos graxos de cadeia longa ou como ésteres de colesterol, tornando-se componente estrutural essencial das membranas e das lipoproteínas plasmáticas (Harper, 1990).

O colesterol é uma substância indispensável ao organismo e nele desempenha inúmeras funções fisiológicas, entre elas: ser componente estrutural das membranas celulares; modular sua fluidez; participar da síntese da vitamina D₃; e ser utilizado no fígado para a síntese de ácidos biliares (cólico, taurólico e glicocólico), que promovem a digestão e absorção de gorduras. Grandes quantidades de colesterol são precipitadas na camada córnea da pele, e em conjunto com outros lipídeos, tornam-na resistente à absorção de substâncias hidrossolúveis, à ação de agentes químicos e evitam a evaporação de água pela

mesma (Guyton, 1991). Além disso, o colesterol é precursor de hormônios sexuais (testosterona, androsterona, progesterona, estradiol), hormônios com propriedades anti-inflamatórias (cortisol) e substâncias cardiotônicas (digitoxigenina) (Lehninger et al., 1995).

Aproximadamente a metade do colesterol do organismo é originada 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 dieta fornece excesso de calorias, gordura saturada e altas doses de colesterol, ocorre um bloqueio na produção endógena, originando, então, estados de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia. Entre 1 a 2% da população têm níveis altos de colesterol por causa de anormalidades genéticas (Fuentes, 1998). Por outro lado, a redução muito acentuada de colesterol alimentar pode aumentar a sua fabricação biológica (Farfan, 1996; Mandarino, 1995; Mayes, 1994).

O transporte dos triglicerídeos, dos fosfolípidos e do colesterol é feito pelas lipoproteínas, representadas da seguinte forma: VLDL (densidade muito baixa), LDL (densidade baixa) e HDL (densidade alta). A lipoproteína HDL transporta o colesterol dos tecidos para o fígado e apresenta efeito protetor contra a aterogênese. A LDL transporta o colesterol aos tecidos, depositando-o na parede das artérias e obstruindo-a. Por outro lado, a VLDL transporta o colesterol e os triglicérides vindos do fígado e após sua fragmentação transforma-se em LDL-colesterol (Turatti, 2000).

Pesquisadores e profissionais da saúde aceitam que altos níveis de colesterol no plasma (220 mg), associados à obesidade, fumo, álcool, hipertensão arterial, falta de exercícios físicos, estresse e fatores genéticos, podem causar aterosclerose, causando infartos e trombooses (Moretto & Fett, 1998). Entretanto, a relação entre níveis de colesterol na dieta e níveis de colesterol no plasma não está totalmente esclarecida e tem gerado controvérsias

(Fisher et al., 1983; Connor et al., 1986). A relação direta entre colesterol e doenças coronarianas é baseada na existência de depósitos de colesterol em placas, denominados ateromas, precursores da aterosclerose (Keys et al., 1986). A aterosclerose é o maior indicativo do surgimento de isquemias e doenças cardíacas e, quando exacerbada, causa trombozes, vasoespasma e infarto das coronárias. A aterogênese (formação de ateromas) envolve uma combinação de eventos nas camadas média e íntima das artérias, resultando em estreitamento das mesmas e interrupção do fluxo sanguíneo. A aterogênese é normalmente lenta e progressiva e envolve diversos fatores, como altos níveis de partículas LDL, associadas a interações celulares com monócitos, macrófagos, plaquetas e células musculares (Kinsella et al., 1990).

Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos saturados. Considerando os possíveis problemas causados pelo colesterol, a American Heart Association recomenda que o seu consumo diário seja limitado a 300 mg para homens e 225 mg para as mulheres (Rowe et al., 1999). Sendo assim, o consumidor tem procurado adquirir, no mercado, alimentos mais saudáveis, com baixas concentrações ou isentos desse composto (Salva, 1996). Talvez nenhum outro fator da dieta afete mais os níveis de colesterol sanguíneo do que o conteúdo e composição das gorduras, estando o colesterol associado diretamente ao teor de gordura de todo o alimento de origem animal (Farfán, 1996).

O conteúdo de colesterol, quando expresso em mg/g de lipídeos dos músculos, mostrou uma relação curvilínea entre colesterol e porcentagem de lipídeos no músculo (Bragagnolo, 1997). Segundo esse autor, quando a quantidade dos lipídeos do músculo é baixa, a concentração de colesterol é alta. Resultado semelhante foi obtido em carne bovina por Hood (1987), que concluiu que os lipídeos das membranas funcionais contêm maior concentração de colesterol do que os lipídeos do tecido adiposo intramuscular. No músculo

longissimus dorsi de capivaras, foram encontrados valores de 44 mg/100 g (Jardim, 2001) e de 27,75 mg/100 g (Miguel, 2002), e em paletas de capivaras machos e fêmeas, Saldanha (2000) encontrou médias de 42,62 mg/100 g e 51,22 mg/100 g, respectivamente.

Segundo Braganholo (1997), os valores encontrados na literatura para colesterol em carne suína variam largamente, mas os resultados médios são de 60 mg/100 g. Essas discrepâncias podem ser atribuídas à variação natural das amostras devido aos fatores como tipo de corte, idade, raça e dieta do animal. Entretanto, esse autor afirma que essas diferenças também podem ser geradas, em grande extensão, pelos diferentes procedimentos analíticos utilizados.

Fukushima et al. (1997), estudando a eficácia hipocolesterolêmica de vários ácidos graxos poliinsaturados, concluíram que o óleo de capivara reduz o teor de colesterol total no plasma e a concentração do colesterol VLDL + IDL + LDL quando há excesso de colesterol na dieta, mostrando-se melhor que óleo de sardinha.

2.5.3 Composição em ácidos graxos (AG)

Os ácidos graxos são os compostos que conferem aos lípidos as principais propriedades nutricionais e características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e de conservação da carne. Por exemplo, os ácidos graxos saturados (AGS) afetam a palatabilidade da carne e aumentam a dureza da gordura. Os ácidos graxos poliinsaturados (AGP), por sua vez, causam um aumento no potencial de oxidação, o que influencia na vida-de-prateleira do produto. O teor de lípidos totais constitui o componente de maior variabilidade na carne e sua proporção oscila em função de vários fatores, como: a espécie, a raça, o manejo, a alimentação e a idade do animal (Pardi et al., 1993). Essa variação no percentual de gordura da carne faz oscilar a proporção de proteínas e dos demais componentes. Normalmente, a composição em AG da

carne é uma medida de variação pequena dentro de uma mesma espécie, exercendo pouca influência no valor comercial atribuído à carcaça, para a qual a quantidade de gordura é considerada um fator de maior importância (Banskalieva, 2000).

A quantidade de AG que se deposita na carcaça ou nos cortes, bem como o perfil destes, são influenciados por 3 fatores: a espécie; a raça e a alimentação (Prändl et al., 1994). Em um estudo comparativo entre ruminantes domésticos (bovinos) e selvagens (búfalos africanos- *Syncerus caffer*, girafas- *Giraffa camelopardalis*, elandes- *Taurotragus oryx*, kongoni- *Alcephalus buselaphus* e topi- *Damaliscus korrigum*), Crowford et al. (1970) relataram que os lipídeos intramusculares dos animais selvagens refletem a composição, em lipídeos, da vegetação que compunha suas dietas. Entretanto, Carmo (1981) e Banskalieva et al. (2000) observaram que a composição da gordura dietética em ruminantes não é refletida na composição em AG da gordura depositada, ao contrário do que ocorre em aves e suínos. Isso ocorre porque, durante a digestão, os AG dietéticos sofrem hidrogenação substancial e são convertidos a formas mais saturadas, resultado da ação dos microrganismos do rúmen.

Os AG que integram os triglicerídeos da carne dos mamíferos de açougue são relativamente saturados e contêm menos AG essenciais do que as gorduras de origem vegetal (Pardi et al., 1993; Prändl et al., 1994). O sistema intensivo de produção animal, através do uso de alimentos concentrados e restrição da prática de exercícios, levou a um aumento das gorduras de cobertura e de marmoreio. A infiltração intramuscular desses triglicerídeos (compostos principalmente por ácidos graxos não essenciais) favorece o aumento dos índices de gordura saturada e redução do valor nutricional da carne (Crowford et al., 1981). No entanto, na carne dos animais silvestres que vivem sob condição de liberdade e podem escolher seu próprio alimento, são encontrados percentuais

baixos de gordura e quantidades grandes de ácidos graxos poliinsaturados (Crowford et al.,1981).

2.5.3.1 Estrutura e classificação dos ácidos graxos

Os ácidos graxos dos tecidos animais são ácidos carboxílicos alifáticos, originados normalmente da hidrólise das gorduras e de óleos naturais. Quando cada átomo de carbono da cadeia, com exceção dos dois terminais, é ligado a dois átomos de hidrogênio, os ácidos são chamados saturados (AGS, em inglês, SFA). Quando cada um dos dois carbonos adjacentes está ligado a somente um átomo de hidrogênio, ocorre uma dupla ligação etilênica entre o par de carbonos, e o ácido é dito insaturado. Se a cadeia contém apenas uma dupla ligação, será um ácido graxo monoinsaturado (AGM, em inglês MUFA), e se a cadeia contiver mais de uma dupla ligação, será um ácido graxo poliinsaturado (AGP, em inglês PUFA) (British Nutrition Foundation, 1992).

A nomenclatura é feita com a numeração da cadeia carbônica a partir do carbono terminal (chamado de carbono ômega - ω) da molécula de AG. Quando a primeira dupla ligação acontece entre os carbonos 3 e 4, este composto é classificado como ômega 3. No caso do AG ômega 6, sua primeira dupla ligação acontece entre o 6^o e o 7^o átomo de carbono, e no ácido graxo ômega 9, entre o 9^o e 10^o átomo de carbono.

Com relação aos aspectos nutricionais, os profissionais da saúde recomendam dietas com baixos níveis de ácidos graxos saturados, colesterol e energia a fim de reduzir os riscos com a aterosclerose crônica (Solomon et al., 1991). Por outro lado, os AGP linoléico, α -linolênico e araquidônico devem ser fornecidos pela dieta, uma vez que são essenciais e não são sintetizados pelo organismo (Schweigert, 1994). Segundo a British Nutrition Foundation (1992), a ingestão diária de ácidos graxos recomendada é de 2,4 g de ácido graxo alfa linolênico (C18:3 ω 3) e 1,25 g de AG eicosapentaenóico (C20:5 ω 3) e AG

docosahexaenóico (C22:6 ω 3). A FAO/WHO, em 1994, citou que 7% do total de calorias deveriam ser provenientes de AG ômega 3, no ano de 1999, em Bethesda, na NIH Workshop ficou determinado que a ingestão diária em AGP deveria ser de 2,22 g de α -linolênico e 0,65 g de EPA e DHA.

2.5.3.2 Metabolismo dos ácidos graxos da dieta

Os AG da dieta são absorvidos no intestino e rearranjados em triacilgliceróis, e para que possam ser transportados pelo sangue (num meio predominantemente aquoso), essas partículas de lipídeos formam camadas de fosfolipídeos e proteínas, tornando-se estruturas estáveis denominadas de lipoproteínas (British Nutrition Foundation, 1992). As lipoproteínas são divididas em três formas: a VLDL (de densidade muito baixa), a LDL (de densidade baixa) e a HDL (de densidade alta). As lipoproteínas do tipo VLDL, que transportam os triacilgliceróis de origem endógena sintetizados no fígado para os tecidos, constituem-se, principalmente, de triacilgliceróis, ésteres de glicerol com fosfolipídeos, tendo colesterol e proteínas na superfície. As do tipo LDL são, no homem, as principais transportadoras do colesterol do plasma aos tecidos, nos quais este pode ser requerido na formação de membrana celular ou para a conversão em outros compostos, como, por exemplo, hormônios esteróides. As do tipo HDL transportam o colesterol dos tecidos para o fígado, num processo chamado transporte reverso do colesterol, que possui função protetora contra a aterogênese (Mandarino, 1995).

2.5.3.3 Síntese de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6

Em seres humanos, os AG de cadeia longa da família ômega 3 são sintetizados a partir do AG alfa-linolênico (C18:3 ω 3), provenientes da dieta, no fígado, nas gônadas e, em menor escala, no cérebro e tecido adiposo. No entanto, essa conversão acontece nos seres humanos de forma muito lenta, tendo

como limitante a enzima delta 6 dessaturase. Dietas enriquecidas com ácido alfa-linolênico não produzem os mesmos efeitos que os ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico produzem (Barlow & Pike, 1991). Esse AG essencial chega ao interior das células transportado pela LDL, que é, então, desintegrada. O ácido graxo C18:3 ω 3 é concentrado no retículo endoplasmático liso; nas membranas desse sistema encontra-se um grupo de enzimas chamadas dessaturases e alongases, encarregadas de aumentar o número de duplas ligações (as dessaturases) e o comprimento da cadeia de carbonos (as alongases) do ácido alfa-linolênico, de seus derivados estruturais e de outros AG das séries ômega 9 e ômega 6. As enzimas mais importantes que participam desse processo são as D6 e D5 dessaturases e as 18-20, 20-22 e 22-24 alongases (os números determinam a extensão do AG depois da alongação). Dessa forma, o ácido alfa-linolênico, após sucessivas dessaturações e alongações, transforma-se em um ácido graxo de 24 carbonos e 6 duplas ligações (C24:6 ω 3). Esse ácido graxo provavelmente deixa o retículo endoplasmático e segue para o peroxissoma (um microcorpúsculo), no qual, após sofrer uma beta oxidação parcial e ser transformado em C22:6 ômega-3 (DHA), retorna ao retículo endoplasmático para ser incorporado aos fosfolipídeos que posteriormente farão parte das membranas celulares. Uma pequena fração de DHA pode ser novamente beta oxidada e transformada em EPA, que também estaria disponível para cumprir funções celulares. Todo esse processo de transformação do C24:6 ômega 3 a DHA e, posteriormente, a EPA é conhecido como retroconversão (Spector, 1999).

Os AG ômega 6 de origem dietética ou provenientes de depósitos celulares podem seguir uma transformação metabólica muito similar à dos AGP ômega 3. Essa transformação acontece também no retículo endoplasmático, utiliza as mesmas enzimas que os AGP ômega 3 (as dessaturases e as alongases) e possui como produto final ácidos graxos de até 24 átomos de carbono com 5

duplas ligações, porém ômega 6. O produto final mais importante da via metabólica é o ácido araquidônico (C20:4 ω 6), que é incorporado aos fosfolípidos das membranas celulares para, mais tarde, ser transformado em eicosanóides (prostaglandinas, prostaciclina, tromboxano e leucotrienos), moléculas que cumprem importantes funções reguladoras nos diferentes tecidos (Harris, 1999).

Essa concorrência entre o ácido linoléico e o alfa-linolênico pelas enzimas elongases e dessaturases é determinante na transformação desses AG em seus derivados de comprimento maior de cadeia e insaturações (Figura 2). Como a afinidade da enzima D6 dessaturase é maior pelos AG ômega 3, ela precisará de quantidades menores destes em relação aos AG ômega 6 para a produção da mesma quantidade de produto. Isso significa que deve existir uma proporção maior de AG linoléico em relação ao ácido alfa-linolênico. A dieta americana típica possui uma proporção de 20-30:1 (ω 6: ω 3), enquanto a relação recomendada é de 5-6:1 (Garcia, 1998). As modificações nas formas e nos hábitos de alimentação das populações dos países industrializados levou a uma relação de consumo de ácidos graxos ômega 6:ômega 3 de até 15-20:1 (Uauy et al., 1999).

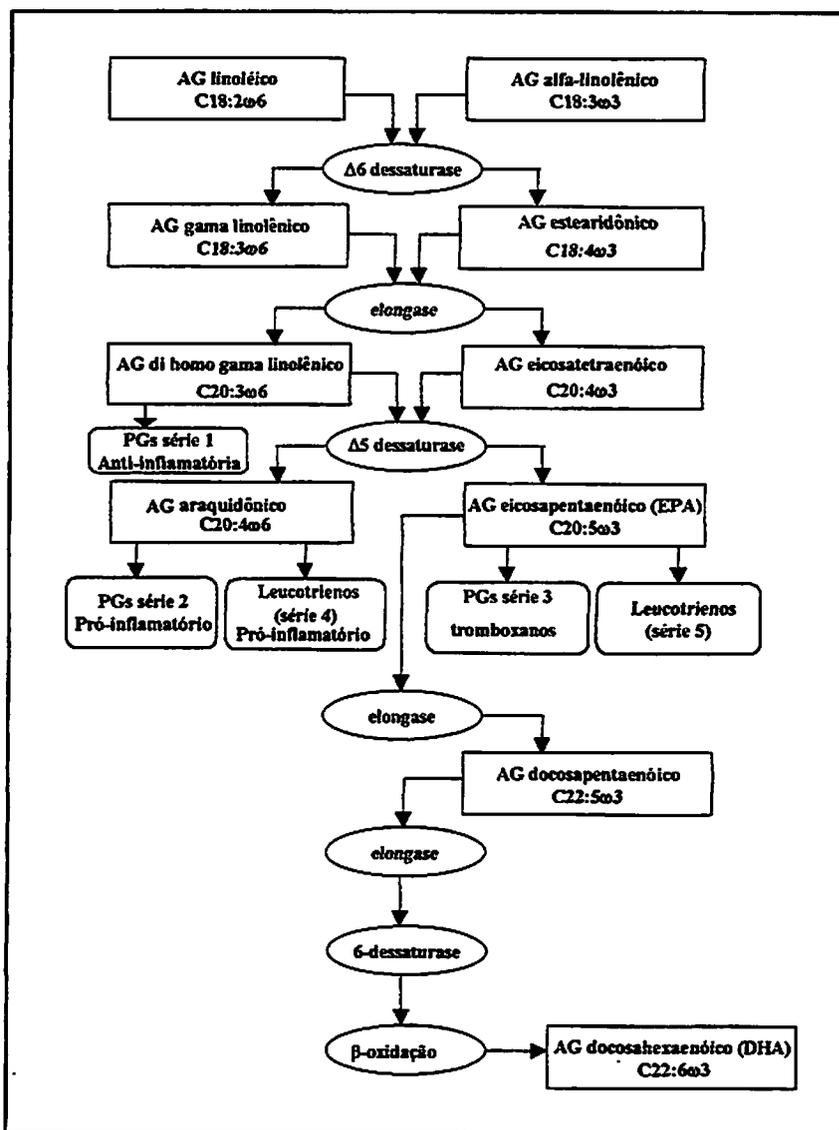


FIGURA 2 Fluxograma mostrando a concorrência metabólica na formação de ácidos graxos de cadeia longa ômega 3 e ômega 6.

Caso o ácido linoléico ou o alfa-linolênico faltem na dieta, e isto pode acontecer, o organismo produz pequenas quantidades de ácido gama linolênico, dihomogama linolênico, ácido araquidônico, ácido eicosapentaenóico (EPA) ou docosa hexaenóico (DHA), que assumem então o papel de ácidos graxos essenciais e passam a ser chamados de “condicionalmente essenciais”.

2.5.3.4 Ácidos graxos saturados (AGS)

Os ácidos graxos saturados estão envolvidos na produção e armazenamento de energia, transporte de lipídeos, modificações covalente de algumas proteínas regulatórias e síntese de fosfolipídeos e esfingolipídeos utilizados na constituição de membranas (Spector, 1999).

Os AGS influenciam de formas diferentes nos níveis de colesterol sérico. Os de cadeia curta (com número inferior a 12 átomos de carbono) são metabolizados de forma diferente da dos ácidos saturados de cadeias média a longa, e uma vez que são utilizados rapidamente em reações metabólicas, não são acumulados em tecidos ou como depósitos de gordura (Schaefer & Brousseau, 1998). Saldanha (2000) encontrou teores de 50,10% e 48,94% de ácido butírico (C4:0) em paletas de capivaras machos e fêmeas, respectivamente. Santos et al. (1986) atribuem a esse AG o odor *sui generis* apresentado pela carne de capivara.

Os AGS com comprimento de cadeia variando de 12 a 16 átomos de carbono são considerados como sendo capazes de elevar a concentração sérica de colesterol, principalmente o AG láurico (C12:0) (Bonanome & Grundy, 1988) e o ácido mirístico (C14:0) (Hayes et al., 1991). O ácido mirístico foi encontrado em pequenas concentrações nos cortes de paleta de capivaras fêmeas (1,29%) e pernil de machos (0,89%) por Saldanha (2000); no lombo de capivaras, Jardim (2001) encontrou teores desse ácido graxo entre 1,18 e 1,60%.

O AG esteárico (C18:0), de cadeia longa, é considerado neutro em relação às concentrações plasmáticas de colesterol, pois após sua ingestão, é rapidamente convertido a ácido oléico (C18:1 ω 9) pelo organismo (Schaefer & Brousseau, 1998; Bonanome & Grundi, 1988). Fuentes (1998) cita que a ingestão desse AG reduz os riscos de ocorrência de trombozes, através da queda da reatividade plaquetária e da excreção de tromboxano A2, sobretudo quando se observa um bom equilíbrio na ingestão de gorduras poliinsaturadas.

2.5.3.5 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM)

Os ácidos graxos monoinsaturados (com uma insaturação) participam de processos fisiológicos e são essenciais na manutenção da fluidez das membranas (Spector, 1999). Substituir os ácidos graxos saturados por ácidos graxos monoinsaturados diminui os níveis séricos de colesterol, LDL-C e triglicerídeos ao redor de quase a mesma extensão de ácidos graxos poliinsaturados. Os efeitos de ácidos graxos monoinsaturados sobre HDL-C dependem do total de gordura da dieta (Krummel, 1998).

2.5.3.6 Ácidos graxos poliinsaturados (AGP)

As classes de AGP ômega 3 (ω 3) e ômega 6 (ω 6) encontram-se presentes em tecidos e fluidos biológicos e são utilizadas na manutenção de processos vitais. Esses AG são considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo humano e, por essa razão, devem ser fornecidos pela dieta (Spector, 1999).

A ingestão de gorduras saturadas eleva os níveis de colesterol sangüíneo, enquanto a ingestão de gorduras poliinsaturadas diminui. O efeito hipocolesterolêmico dos AG das famílias ômega 3 e ômega 6 é consequência da modificação das membranas celulares e das lipoproteínas, do aumento da excreção biliar e fecal do colesterol, além da redução na síntese do VLDL no

figado (British Nutrition Foundation, 1992). Considerando a preocupação atual com as mortes prematuras decorrentes de doenças vasculares obstrutivas, os consumidores têm preferido consumir alimentos com baixos teores de lipídeos, pois a prevenção destas doenças está diretamente relacionada com um aumento nos níveis de HDL e com uma diminuição dos níveis de LDL e VLDL no plasma.

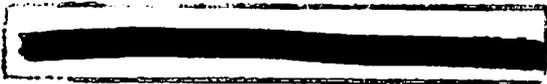
Por outro lado, deve-se considerar que o efeito biológico dos AG essenciais depende da razão dos ácidos das famílias $\omega 6/\omega 3$, presentes nos fosfolipídeos que constituem as membranas (Uauy et al., 1999; Simopoulos, 1991). Alguns autores consideram que a razão $\omega 6/\omega 3$ ideal é a de 10-11:1 (Simopoulos, 1991). Entretanto, a Japan Society for Lipid Nutrition recomenda que a razão $\omega 6/\omega 3$ seja de 4:1 para adultos saudáveis e de 2:1 na prevenção de doenças crônicas em idosos (Uauy et al., 1999). A The World Health Organization (FAO/WHO, 1994) recomenda razões de ácidos graxos poliinsaturados $\omega 6/\omega 3$ entre 3:1 e 4:1.

O ácido araquidônico (C20:4 $\omega 6$) é um ácido essencial da família $\omega 6$ e é derivado do ácido linoléico (C18:2 $\omega 6$) ou obtido através da dieta. O ácido araquidônico agregado a fosfatídios (lecitinas e cefalinas) é componente integrante da estrutura celular e de partículas subcelulares, como mitocôndrias (onde acontece a respiração celular) e microsomos, e também participa na formação da bainha de mielina das terminações nervosas e de sua recomposição, nos casos de esclerose múltipla (Turatti, 2000). É precursor da síntese de várias substâncias, sendo algumas vasoativas, e ainda influencia na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos e na pressão arterial. O aumento tecidual na concentração desse AG aumenta a produção de tromboxano e leucotrienos, que em excesso estão associados a doenças como trombozes, artrite, asma e psoríase (Leaf et al., 1999). No entanto, pequenas concentrações desse ácido são essenciais para a manutenção dos processos fisiológicos. É

importante lembrar que para que o AG $\omega 6$ seja eficiente como AG essencial, ele deve estar na sua configuração -cis.

Óleos de girassol, de milho e de soja são boas fontes de ácido linoléico (C18:2 $\omega 6$). O ácido gama linolênico (C18:3 $\omega 6$) é encontrado principalmente nas sementes de determinadas variedades de rosa primula diurna, flor estrelada (ou borraça) e groselhas. O AG linoléico é necessário na prevenção da deficiência de AG essenciais, que tem como sintomas: condições anormais da pele (dermatite, ressecamento, escamações), redução na regeneração dos tecidos, fragilidade de membranas, anormalidades mitocondriais e debilidade cardíaca, reprodutiva e das funções renais, aumento na susceptibilidade a infecções, redução na síntese de ácidos poliênicos e das prostaglandinas, além do aumento nos níveis de colesterol no sangue (Kinsella et al., 1990; Turatti, 2000). Porém, um aumento na ingestão de ácido linoléico eleva a razão $\omega 6/\omega 3$, o que representa um grande risco para alguns tipos de câncer (Okuyama, 1997). O excesso de AG da família $\omega 6$ também influencia no início e progresso da aterogênese, através da conversão de eicosanóides bioativos (Ogletree, 1988).

Alguns AG de cadeia longa $\omega 3$ são necessários para a manutenção do metabolismo do ser humano. O ácido α -linolênico $\omega 3$ é importante no controle e modulação do metabolismo do ácido araquidônico $\omega 6$, com conseqüente redução na incidência de agregações plaquetárias, decréscimo nos riscos de doenças coronárias e formação de trombos (Budowski, 1999). A presença do ácido eicosapentaenóico (EPA) nos tecidos permite regular a atividade dos mecanismos envolvidos no metabolismo dos lípides plasmáticos, como a agregação plaquetária e o processo de coagulação sangüínea, e tem efeitos benéficos na prevenção da aterosclerose, embolia, hiperglicérimia, hipertensão, doenças auto imunes e problemas alérgicos, com conseqüente proteção da saúde cardiovascular (Harris, 1999). O efeito hipotensor atribuído aos ácidos $\omega 3$ é atribuído às prostaglandinas sintetizadas a partir desses ácidos. Além destes



efeitos, os AGP da família $\omega 3$ reduzem a concentração de lipídeos no plasma sanguíneo, melhoram o tônus vascular e modificam a interação célula a célula, alterando o balanço de eicosanóides (Kinsella et al., 1990).

O ácido docosahexaenóico (DHA) possui funções diferentes das do EPA. O DHA é considerado fundamental na formação do tecido nervoso e visual, pelo qual seu requerimento associa-se, principalmente, com as primeiras etapas do desenvolvimento tanto intra quanto extra-uterino e com as necessidades da mãe durante a gravidez e na etapa de lactação. Uma dieta contendo ácido docosahexaenóico $\omega 3$ é importante na formação de novas células do hipocampo, relacionadas com a manutenção do aprendizado durante o envelhecimento. Baixos teores de AG decosahexaenóico (DHA) estão associados à demência senil (Alzheimer) e à esquizofrenia (Horrocks & Yeo, 1999).

Os AG de cadeia longa ômega 3 são relativamente abundantes nos organismos de origem marinha, tanto vegetais quanto animais (peixes gordurosos, como o arenque, cavala, sardinha e salmão e óleos de fígado de peixe). Os vegetais marinhos (algas, microalgas e componentes do fitoplankton) sintetizam o AG α -linolênico a partir de precursores de menor tamanho molecular, pois estes organismos têm a capacidade de alongar e dessaturar (introduzir duplas ligações) ácidos graxos de estrutura muito simples. As enzimas que realizam esses processos encontram-se nos cloroplastos e no citoplasma destes vegetais (Simopoulos, 1991). Já nos animais de origem marinha, como os peixes, a presença desses AG se deve à sua capacidade de sintetizá-los a partir de precursores de menor complexidade, como é o caso do AG α -linolênico, ou ainda por esse AG precursor ser incorporado aos tecidos destes animais como parte da cadeia alimentar.

Comparando o consumo per capita dos produtos marinhos (principais fontes de $\omega 3$) nas diferentes regiões, são observadas diferenças notáveis entre

países e populações (oriental e ocidental). A população da Groelândia consome, em média, 88 kg/ano, e o Japão, um outro país com tradição culinária de produtos do mar, tem um consumo de 72 kg/ano. Alguns países europeus apresentam altos consumos de pescado, como a Noruega (41 kg/ano), a Espanha (38 kg/ano) e Portugal (32 kg/ano). No continente americano, o consumo é muito desigual, entre os quais o Peru (com forte tradição pesqueira) e os Estados Unidos apresentam valores semelhantes, de 22 e 21 kg/ano, respectivamente. Porém, no Chile, um país com uma indústria pesqueira bem desenvolvida, o consumo é de apenas 4,7 kg/ano porque 97% da captura destinam-se à fabricação de farinha e óleo de peixe (Uauy et al., 1999). Em geral, a dieta dos países ocidentais apresenta um déficit no consumo de ácidos graxos de cadeia longa da família $\omega 3$. Esse fato tem motivado as autoridades de saúde de diferentes países a estimularem uma maior ingestão desses ácidos graxos por parte da população adulta, através do consumo de peixes, óleos com uma relação adequada de $\omega 6:\omega 3$, suplementação direta (cápsulas e emulsões) ou através de produtos comerciais que tenham sido enriquecidos (nutracêuticos) com AGP $\omega 3$.

A ingestão complementar dos ácidos docosahexaenóico (DHA) e eicosapentaenóico (EPA) $\omega 3$ por pacientes que apresentam artrite reumática mostrou-se eficaz, com redução dos sintomas como dor e inflamação nas articulações. Os AG em questão possuem propriedades antiinflamatórias, agindo através da modulação das funções celulares responsáveis por processos inflamatórios (Haumann, 1998).

Embora a carne de animais silvestres (incluindo ruminantes selvagens) contenha níveis bastante baixos de lipídeos totais, apresenta uma alta proporção de ácidos graxos poliinsaturados sobre ácidos graxos saturados ($AGP:AGS > 1,0$) (Sinclair & O'Dea, 1990). Todavia, segundo Krummel (1998), essa proporção $AGP:AGS$, utilizada no passado, não é recomendada porque não separa os saturados que aumentam o colesterol dos saturados neutros. Resultados de

saturados que aumentam o colesterol dos saturados neutros. Resultados de pesquisas têm demonstrado que a dieta fornecida aos animais destinados à produção de carne influencia o perfil de AG da gordura intramuscular (Okuyama & Ykemoto, 1999; Rowe et al., 1999; Wiklund et al., 2001).

Em um estudo comparativo entre o perfil de AG da gordura intramuscular de animais domésticos com o de ruminantes silvestres, Crowford et al. (1970) observaram que o perfil apresentado pelos animais silvestres refletia a composição dos vegetais que estes consumiam. O mesmo efeito foi observado em um outro estudo com bovinos produzidos no Japão, alimentados com uma dieta rica em grãos, vs. bovinos produzidos na Austrália, com dieta a base de pastagens (Okuyama & Ykemoto, 1999). Wiklund et al. (2001) citaram que as renas alimentadas com uma mistura comercial obtiveram um melhor acabamento da carcaça. Entretanto, as proporções de AG da família ω 3 foram maiores nos animais alimentados a pasto. Rowe et al. (1999) relataram que cordeiros alimentados a pasto apresentaram concentrações maiores de AGS de cadeia longa e, também, de AGP, porém obtiveram níveis baixos do ácido graxo oléico e linoléico.

Jardim (2001), estudando o efeito de faixas de peso ao abate e sexo na composição da carne de capivaras, encontrou um total de AGP variando de 26,34% a 30,71% e uma relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGP/AGS) variando entre 0,64 a 0,88. Saldanha (2000), estudando o perfil de AG em paleta e pernil de capivaras, obteve uma razão de 1,82:1 a 0,74:1, sendo então considerada excelente do ponto de vista nutricional.

2.5.3.7 Ácidos graxos trans

As substâncias originadas dos AG essenciais linoléico e α -linolênico apresentam estrutura conformacional cis, isto é, os substituintes de menor peso molecular em relação às ligações duplas estão do mesmo lado. No entanto,

quando os AG cis ou os triglicerídeos que os contêm são submetidos a processos enzimáticos, oxidativos ou de hidrogenação, ocorre a formação de isômeros geométricos nos quais radicais relacionados às duplas ligações mudam de posição, ocorrendo a formação de AG trans (Mancini Filho & Chemin, 1996). Por exemplo, o ácido eláidico (trans C18:1 ω 9) é resultado do processo de hidrogenação de óleos vegetais e apresenta indícios de que induziria a hipercolesterolemia (Fuentes, 1998). Entre os itens da dieta que contribuem para o total de AG trans ingeridos, foram identificados as gorduras e óleos industrializados, as carnes e produtos de laticínio; todos eles apresentam concentrações diferentes de ácidos graxos trans (Hay & Morrison, 1970).

A presença dos AG trans na dieta prejudica o processo de formação dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa devido à competição entre eles pelas enzimas dessaturases, resultando na formação de eicosanóides sem atividade biológica e conseqüente inibição da síntese de prostaglandinas. Por isso, estudos indicam que a presença desses AG na dieta estaria relacionada com a ocorrência de doenças cardiovasculares e também afetaria de forma negativa o perfil de lipídeos no sangue (Mancini-Filho & Chemin, 1996; Kritchevsky, 1996; Steinhart & Pfalzgraf, 1996).

2.6 Aspectos microbiológicos

A carne fresca e refrigerada é um excelente substrato para o crescimento microbiano, especialmente por sua riqueza em nutrientes, sua alta atividade de água (aproximadamente 0,99) e um pH apropriado (Pardi et al., 1993). No entanto, antes da morte do animal, o tecido muscular é livre de microrganismos e as contaminações iniciais surgem a partir da sangria, prosseguindo durante os processos que conduzem à obtenção da carne (Pardi et al., 1993; Price & Schweigert, 1994; Hubbert et al., 1996). Após a esfolagem do animal, a superfície da carcaça bovina contém entre 10^2 a 10^4 UFC/cm² (Unidades Formadoras de

Colônia/cm²) de uma microbiota mista, composta principalmente por bactérias mesófilas (Dainty & Mackey, 1992). As principais fontes de contaminação são o trato digestivo, geniturinário e respiratório (durante a evisceração), a superfície da pele e o ambiente do matadouro; segundo Ruiz (1992), após o abate, a carga microbiana da superfície da carcaça pode estar entre 10² e 10⁴ UFC/cm², sendo constituída principalmente de microrganismos deterioradores e patogênicos. Fung et al. (1980) definiram como baixa contaminação contagens totais de microrganismos aeróbios de até 2 log UFC/cm², contaminação intermediária entre 3 e 4 log UFC/cm², e alta contaminação entre 5 e 6 log UFC/cm². Esses autores consideram contagens de até 4 log UFC/cm² aceitáveis, entre 5 e 6 log UFC/cm² questionáveis, e acima desses valores, consideraram a carne deteriorada.

A invasão microbiana no tecido muscular, após a morte do animal, acontece após a degradação proteolítica do epimísio. Enquanto ileso, o epimísio constitui uma proteção eficiente do tecido muscular contra esses ataques e, conseqüentemente, os microrganismos permanecem na superfície da carcaça durante toda a fase logarítmica de crescimento. Somente quando as bactérias proteolíticas se aproximam da densidade celular máxima, inicia-se a produção de proteases extracelulares capazes de destruir essa proteção (Gill & Penney, 1982).

As alterações microbiológicas começam a ocorrer porque, tão logo é realizada a sangria, desaparecem os mecanismos de defesa. Nessa etapa, toda a reserva de glicogênio é, então, metabolizada por vias fermentativas, resultando no acúmulo de ácido lático e na queda do pH, inibindo o crescimento de microrganismos proteolíticos. Nesse contexto, o manejo pré-abate será decisivo no desenvolvimento bioquímico *post mortem*, que determinará, além da qualidade final da carne, a extensão do declínio de pH, a natureza da flora

microbiana que se desenvolverá na superfície da carne e também a sua vida-de-prateleira (Forrest et al., 1979; Price & Schweigert, 1994; Gregory, 1996).

A definição da microbiota final da carne *in natura*, no entanto, é consequência de uma série de outros fatores, como: o tempo de permanência da carcaça na sala de abate, a temperatura da sala, a temperatura da carcaça após o abate, as características dos microrganismos contaminantes e o potencial de oxirredução, dado pela composição química e pela pressão parcial de oxigênio do alimento (Brock, 1979; Kriia et al., 1985). Os fatores físico-químicos (temperatura, pH, nutrientes, atividade de água e composição da atmosfera que envolve o produto) aplicados durante o período de estocagem da carne recebem o nome de barreiras (Leistner, 1992) e exercem um papel decisivo na atividade e no crescimento dos microrganismos.

O método mais difundido para a conservação da carne é a refrigeração, e a temperatura é considerada o fator externo que mais afeta o crescimento de microrganismos. Temperaturas baixas retardam o crescimento microbiano e as reações químicas e enzimáticas responsáveis pelas alterações na aparência da matéria-prima (Price & Schweigert, 1994). Segundo Noskova (1978) e Kraft & Rey (1979), 93% da microbiota da carne são constituídos de microrganismos psicrófilos e psicrotróficos, com predominância de bastonetes móveis gram-negativos, como as *Pseudomonas* e *Achromobacter*, além de mofos e leveduras.

Em condições de aerobiose predominam as *Pseudomonas*, que sobrepujam o crescimento de microrganismos competidores, enquanto, sob anaerobiose, predominam os *Lactobacillus spp.* Nos dois casos, o crescimento ocorre com o consumo de componentes solúveis de baixo peso molecular. Primeiro ocorre um consumo da glicose, seguido da glicose 6-fosfato, somente pelas *Enterobacteriaceae*, e por último, os aminoácidos. Quando a concentração atinge 10^7 a 10^8 UFC/cm², o suprimento de glicose acaba, e as bactérias do gênero *Pseudomonas* começam a utilizar os aminoácidos como substrato para

seu crescimento; a degradação desses aminoácidos provoca o aparecimento de odores sulfídricos e de ésteres ácidos, sinais nítidos de deterioração (Gill & Newton, 1978; Xavier, 1997). Se a população microbiana ultrapassar esses valores, nota-se a formação de uma película delgada e descontínua na superfície da carne, que se torna bem desenvolvida quando o número de microrganismos atinge 10^{10} UFC (Noskova, 1978; Lee & Fung, 1986).

A microbiota predominante em carnes refrigeradas tolera temperaturas de estocagem, e os microrganismos mais comuns são: *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Moraxella*, *Shewanella*, *Acinetobacter*, *Brochothrix thermosphacta*, bactérias lácticas e enterobactérias (Gill & Newton, 1978; Nottingham, 1982). A *Escherichia coli* normalmente domina a flora do couro e do intestino do animal, e por este motivo este microrganismo é utilizado como indicador de contaminação de carcaças no final da linha de abate (Nottingham, 1982). São encontradas, também, algumas bactérias patogênicas ao homem, como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* e *Listeria monocytogenes* (Cunningham, 1987; Faber, 1991; ICMSF, 1980). Assim, o controle microbiano é evidentemente importante tanto do ponto de vista econômico como do de saúde pública.

Os microrganismos psicrotróficos causam alterações em carnes refrigeradas e congeladas submetidas a longos períodos de estocagem em temperaturas superiores a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Noskova, 1978). Apesar da deterioração ser provocada por microrganismos que não representam riscos à saúde pública, esses causam problemas na aparência do produto e uma diminuição da vida-de-prateleira (Ruiz, 1992).

Os microrganismos anaeróbios beneficiam-se do baixo potencial de oxirredução na musculatura do animal logo após a sua morte. O crescimento dessa microbiota dependerá da intensidade da contaminação e, sobretudo, da

temperatura e da atividade de água da carne. Em decorrência disso, poderá haver produção de odor desagradável e mucosidade superficial (Pardi et al., 1993).

As contaminações das carcaças podem ser reduzidas com a adoção de cuidados e técnicas antes, durante e após a morte do animal. Tais técnicas são: a) construção de currais que favoreçam a limpeza e desinfecção; b) chuveiros de aspersão; c) cautela com o "vômito"; d) esfolagem aérea; e) técnicas de oclusão do reto, intestino e do esôfago; f) higienização de mesas, facas e utensílios; e g) técnicas e práticas de higiene dos manipuladores. O trato digestivo é considerado proeminente fonte de contaminação por *Enterobacteriaceae* (Pardi et al, 1993). Após a obtenção das carcaças, estas devem ser levadas à refrigeração, quando deve ocorrer a perda de calor sensível até a queda da temperatura a um nível que suporte, sem maiores contaminações, os fenômenos presentes na transformação dos músculos em carne (Pardi et al, 1993).

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.

ALBUQUERQUE, N. I. Ganho de peso na fase final de crescimento e sistematização da avaliação de carcaça de três categorias de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766): machos inteiros, machos castrados e fêmeas. 1993. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

ANDRADE, P. C. M. Níveis de proteína e energia em rações e manejo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em crescimento. 1996. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

APPLE, J. K.; UNRUH, J. A.; MINTON, J. E.; BARTLETT, J. L. Influence of Repeated Restrain and Isolation Stress and Electrolyte Administration on Carcass Quality and Muscle Electrolyte Content of Sheep. *Meat Science*, Oxford, v. 35, n. 2, p. 191-203, 1993.

ASHGAR, A.; YEATES, N. T. M. Muscle characteristics and meat quality of lambs, grown on different nutritional planes. II Chemical and biochemical effects on muscle. *Agriculture Biological Chemistry*, Tokyo, v. 43, n. 3, p. 437-444, Mar. 1979.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, Aug. 2000.

BARLOW, S.; PIKE, I. H. Humans, animals benefit from omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs*, Mineapolis, v. 63, n. 19, p. 18-26, 1991.

BAYLEY, A. J. The basis of meat texture. *Journal of Science Food and Agriculture*, London, v. 23, n. 8, p. 995-1007, Aug. 1972.

BLATZLER, L. J. Característica organoléptica de la carne. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. (Ed.). *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1976.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. *Introdução à bioquímica de alimentos*. 2. ed. São Paulo: Varela, 1989.

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

BONANOME A. M. D.; GRUNDY S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *New England Journal of Medicine*, Boston, v. 318, n. 19, p. 1244-1247, May 1988.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 36, n. 5, p. 435-439, May 1971.

BRAGAGNOLO, N. *Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne*. 1997. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, SP.

BRESSAN, M. C. *Efeitos dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango*. 1998. 201 p. Tese (Doutorado) - Universidade de Campinas, Campinas, SP.

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

BRITISH NUTRITION FOUNDATION. *Unsaturated fatty acids: nutritional and physiological significance*. London: Chapman & Hall, 1992. 211 p.

BROCK, T. D. *Biology of microorganisms*. London: Prentice Hall International, 1979. p. 670-675.

BUDOWISK, P. Alpha-linolenic acid and the metabolism of arachidonic acid. *Lipids*, Champaign, v. 34, p. S48-S52, 1999.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. *Tecnologia de carne bovina e produtos derivados*. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1983. 440 p.

CARMO, R. G. Estabilidade sob congelamento da carne de bovinos alimentados com lipídeos protegidos contra bioidrogenação ruminal. 1981. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CONNOR, S. L.; GUSTAFSON, J. R.; ARTAUD-WILD, S. M.; FLAVELL, D. P.; CLASSIK-KOHN, C. J.; HATCHER, L. F.; CONNOR, W. E. The cholesterol/saturated fat index: an indication of the hypercholesterolemic and atherogenic potencial of food. *Lancet*, 1986. v. 1, p. 1229-1232.

CONTRERAS, C. J. C. Efeitos do atordoamento elétrico, estimulação elétrica e da desossa à quente na qualidade da carne do peito de frango “pectoralis major”. 1995. 150p. (Tese de Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

CORÓ, F. A. G.; YOUSSEF, E. Y.; SHIMOKOMAKI, M. Carne do zebu: o que está por trás da sua textura? *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 23, n. 27, p. 28-33, set. 1999.

CROWFORD, M. A.; GALE, M. M. , WOODFORD, M. H.; CASPED, N. M. Comparative studies on fatty acid composition of wild and domestic meats. *International Journal of Biochemistry*, Oxford, v. 1, n. 6, p. 295-305, 1970.

CROWFORD, M. A.; STEVENS, P.; WILLIAMS, G.; TURNER, R. W. D. Dietary fats and heart disease. *Progress in Lipid Research*, Oxford, v. 20, 589-593p. , 1981.

CULAU, P. O. V. Efeito da distância criação-abatedouro e temperatura de descanso pré-abate sobre a qualidade da carne suína. 1991. 132 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto alegre.

CUNNINGHAM, F. E. Types of microrganisms associatade with poultry carcasses. In: CUNNINGHAM, F. E.; COX, N. A. *The microbiology of poultry meat products*. Orlando: Academic Press, 1987. p. 29-38.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 36-40, fev. 2001.

DAINTY, R.H. & MACKEY, B.M. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. *Journal Applied Bacteriol. Symposium Supplement*, 73(2): 103-114, 1992.

- 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, C. E.; CHRYSTALL, B. B.; DAVEY, C. L. Effects of nutrition in lambs and subsequent *post mortem* biochemical changes in muscle. *New Zealand Agricultural Research*, Wellington, v. 26, n. 1, p. 53-57, 1983.
- EICHHORN, J. M.; COLEMAN, L. J.; WAKAYAMA, E. J.; BLOMQUIST, G. J.; BAILEY, C. M.; JENKINS, T. G. Effects of breed type and restricted versus ad libitum feeding on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from mature bovine females. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 63, n. 3, p. 781-794, Sept. 1986.
- EMMONS, L. H. Ecological considerations on the farming of game animals: capybaras yes, pacas no. *Vida Silvestre Neotropical*, Washington, v. 1, n. 1, p. 54-55, 1987.
- FABER, J. M. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology- a review. *Journal of Food Protection*, Ames, v. 54, n. 1, p. 58-70, Jan. 1991.
- FAO/WHO. Report of a joint expert consultation: fats and oils in human nutrition. *Food and Nutrition Paper*, Rome, v. 57, n. 1, p. 49-55, 1994.
- FARFAN, J. A. Alimentos que Influenciam os Níveis de Colesterol no Organismo. Fatores que Influenciam os Níveis de Colesterol nos Alimentos. In: SEMINÁRIO "COLESTEROL": análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. Seminário... Campinas: ITAL, 1996. p. 35-45.
- FELICIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Anais... Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 89-97.
- FISHER, A. V.; WOOD, J. D.; STEVENS, G.; ROBELIN, J. The relationship between carcass fatness and the lipid and protein content of beef. In: EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS, 29., 1983, Salsomaggiore. Anais... Salsomaggiore, 1983. v. 1, p. 48-54.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JEDGE, M. D.; MERKEL, R. A. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

FUENTES, J. G. Que alimentos convém ao coração? *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 12, n. 53, p. 7-11, jan./fev. 1998.

FUKUSHIMA, M.; TAKAYAMA, Y; HABAGUCHI, T; NAKANO, M. Comparative hypocholesterolemic effects of capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) oil, horse oil, and sardine oil in cholesterol-feed rats. *Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Japan*, v. 32, n. 4, p. 391-395, 1997.

FUNG, D. Y. C.; KASTNER, C. L.; HUNT, M. C.; DIKEMAN, M. E.; KROPP, D. Mesophilic and psychrotrophic bacteria population on hot-boned and conventionally processed beef. *Journal of Food Protection*, v. 43, n. 7, p. 547-550, July 1980.

GARCIA, D. J. Omega 3, long chain PUFA. *Food Technology*, Chicago, v. 52, n. 6, p. 44-46, June 1998.

GILL, C. O.; NEWTON, K. G. The ecology of bacterial spoilage of fresh meat at chill temperatures. *Meat Science*, Barking, v. 2, n. 3, p. 207-217, 1978.

GILL, C. O.; PENNEY, N. Bacterial penetration of muscle tissue. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 47, n. 2, p. 690-691, Mar./Apr. 1982.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. The capybara, an indigenous source of meat in tropical America. *World Animal Review*, Rome, v. 21, n. 1, p. 24-30, 1977.

GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, E. *El capibara (Hydrochoerus hydrochaeris): estado actual de su producción*. Roma: FAO, 1995. 112 p.

GOPALAKRISHNA, R.; BARSKY, S. H. Quantitation of tissue calpain activity after isolation by hydrophobic chromatography. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 148, n. 2, p. 413-423, Feb. 1985.

GREGORY, N. G. Welfare and hygiene during preslaughter handling. *Meat Science*, Oxford, v. 43, p. S35-S46, 1996.

GUYTON, A. C. *Tratado de fisiologia médica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991.

- HARPER, R. **Bioquímica**. 6. ed. Brasil: Atheneu, 1990. 785 p.
- HARRIS, W. S. n-3 fatty acids and human lipoprotein metabolism: an update. **Suplemento de: Lipids**, Champaign, v. 34, p. S257-S258, 1999.
- HAUMANN, B. R. Alternative sources for n-3 fatty acids. **Inform**, Champaign, v. 9, n. 10, p. 1108-1119, Oct. 1998.
- HAY, J. D.; MORRISON, W. D. Isomeric monoenoic fatty acids in bovine milk fat. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 202, n. 2, p. 237-243, 1970.
- HAYES, K. C.; PRONCZUC, A.; LINSEY, S.; DIERSEN-SHADE, D. Dietary saturated fatty acids (12:0, 14:0, 16:0) differ in the impact on plasma cholesterol and lipoproteins in nonhuman primates. **American Journal of Clinical and Nutrition**, New York, v. 53, n. 2, p. 491-498, Feb. 1991.
- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. 3. ed. Kendall: Hunt publishing company, 1994. 364 p.
- HOFFMAN, L. C. Meat quality attributes of night-cropped Impala (*Aepyceros melampus*). **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 30, n. 2, p. 133-137, 2000.
- HOFFMAN, L. C.; FERREIRA, A. V. pH delcine of the *M. longissimus thoracis* of night-cropped Grey Duiker (*Sylvicapra grimmia*). **South African Journal Animal Science**, Pretoria, v. 30, n. 1, p. 16-17, 2000.
- HOOD, R. L. A note of the cholesterol content of beef rib steaks. **CSIRO Food Research**, Melbourne, v. 47, n. 1, p. 44, Jan./Mar. 1987.
- HORROCKS, L. A.; YEO, Y. K. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). **Pharmacological Research**, London, v. 40, n. 3, p. 211-225, Sept. 1999.
- HOSKEN, F. M. **Criação de capivaras**. Cuiabá: SEBRAE, 1999. 138 p.
- HUBBERT, W. T.; HAGSTAD, H. V.; SPANGLER, E.; HINTON, M. H. , HUGHES, K. L. **Food safety and quality assurance: foods of animal origin**. Iowa: State University Press/Ames, 1996. 305 p.
- IBGE. **Caça; produção de pele e couros de alguns animais silvestres**. **Anuário Estatístico do IBGE**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 48-51; v. 25, p. 58-61; v. 26, p.

80-83; v. 27, p. 90-93; v. 28, p. 76-78; v. 29, p. 118-120; v. 30, p. 128-130; v. 31, p. 102-104, 1963-1970.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMFS). *Microorganisms in foods*. Toronto: University of Toronto Press, 1980. v. 1, 434 p.

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 Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KADIM, I. T.; PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; RAE, A. L.; BARTON, R. A. Meat quality and muscle fibre type characteristics of Southdown rams from high and low backfat selection lines. *Meat Science*, Oxford, v. 33, n. 1, p. 97-109, 1993.

KEYS, A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to changes in the diet IV: particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism*, Philadelphia, v. 14, p. 776-787, 1986.

KHAN, A. W.; FREY, A. R. A simple method for following rigor mortis development in beef and poultry meat. *Canadian Institute of Food Technology Journal*, Ottawa, v. 4, n. 4, p. 139-142, 1971.

KINSELLA, J. B.; LOKESH, B.; STONE, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *American Journal of Clinical and Nutrition*, New York, v. 52, n. 1, p. 1-28, Jan. 1990.

KOOHMARAIE, M. The role of endogenous protease in meat tenderness. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, Chicago, v. 41, p. 89-100, 1988.

KOOHMARAIE, M. Quantification of Ca⁺⁺ dependent protease activities by hydrophobic and ion-exchange chromatography. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, n. 3, p. 659-665, Mar. 1990.

KOOHMARAIE, M. The role of Ca⁺⁺ dependent proteases (Calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. *Biochemie, Paaaris*, v. 74, n. 3, p. 239-245, Mar. 1992a.

KOOHMARAIE, M. Effects of pH, temperature, and inhibitors on autolysis and catalytic activity of bovine skeletal muscle-calpain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 3071-3080, Oct. 1992b.

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in *post mortem* muscle protein degradation and meat tenderness. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, Chicago, v. 45, p. 63-74, 1992c.

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

KOOHMARAIE, M.; SEIDMAN, S. C. Effect of post mortem storage on Ca^{+} dependent proteases, their inhibitor and myofibril fragmentation. **Meat Science**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 187-196, 1987.

KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE, D. H.; KRETCMAR, D. H.; CROUSE, J. D.; MERSMANN, H. J. *Post mortem* proteolysis in *longissimus* muscle from beef, lamb and pork carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 2, p. 617-624, Feb. 1991.

KRAFT, A. A.; REY, C. R. Psychrotrophic bacteria in foods: an update. **Food Technology**, Chicago, v. 33, n. 1, p. 66-71, Jan. 1979.

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. 103-106, Mar. /1999.

KRIAA, H. ARTHAUD, J. F.; FOURNAUD, J. Contamination and bacterial retention capacity of beef carcasses at the abattoir. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 59, n. 1, p. 23-28, Jan. 1985.

KRITCHEVISKY, D. The effects of dietary trans fatty acids. **Chemical & Industry**, p. 565-67, 1996.

KRUMMEL, D. Nutrição na doença cardiovascular. In: MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9. ed. São Paulo: Rocca, 1998.

KYLE, R. New species for meat production. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 123, n. 1, p. 1-8, Aug. 1994.

LAVORENTI, A. Domestication and potential for genetic improvement of capybara. *Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto*, v. 12, n. 3, p. 137-144, set. 1989.

LEAF, A.; KANG, J. X.; XIAO, Y. F.; BILLMAN, G. E. n-3 fatty acids in the prevention of cardiac arrhythmias. *Lipids, Champaign*, v. 34, p. S187-S189, 1999.

LEE, J. Y.; FUNG, D. Y. C. Methods for sampling meat surfaces. *Journal of Environment Health, Denver*, v. 48, n. 4, p. 200-205, 1986.

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

LEISTNER, L. Food preservation by combined methods. *Food Research International, Amsterdam*, v. 25, n. 2, p. 151-158, 1992.

LEVIE, A. *Meat Handbook* 4. ed. 1979. p338.

LOCKER, R. H.; HAGYARD, C. J. A. Cold Shortening effect in beef muscle. *Journal of the Science Food Agriculture, London*, v. 14, n. 11, p. 787-793, Nov. 1963.

MACKEY, A; FLORES, I.; SOSA, M. Utilizacion del chigüire como carne fresca. In: SEMINARIO SOBRE CHIGÜIRES Y BABAS, 2., 1976, Miercoles. Anais... Miercoles: CONICIT, 1976.

MANCINI-FILHO, J.; CHEMIN, S. Implicações nutricionais dos ácidos graxos trans. *Óleos e Grãos, São Caetano do Sul*, v. 31, n. 1, p. 41-45, 1996.

MANDARINO, J. M. G. Aspectos importantes do óleo e derivados protéicos de girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 11., 1995, Goiânia. Resumos... Brasília: EMBRAPA, 1995. p. 11.

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.

MENDES, A. Determinação da ocorrência de cecotrofia em capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* L. 1766). 1999. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MIGUEL, G. Z. Caracterização da carcaça e da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em idade adulta. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. São Paulo: Varela, 1998. 152 p.

NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. Manual de criação de capivaras. Viçosa: CPT, 1996. 50 p.

NORMAN, G. A. Composição química e valor nutritivo da carne. In: Curso Internacional sobre a Tecnologia da Carne, Campinas: ITAL, 1978. cap. 10, p. 10-12.

NOSKOWA, G. L. Microbiologia das carnes conservadas por el frio. Zaragoza: Acribia, 1978. 111 p.

NOTTINGHAM, P. M. Microbiology of carcass meats. In: BROWN, M. H. Meat microbiology, London: Applied Science, 1982. p. 13-65.

OGLETREE, M. L. Overview of physiological and pathophysiological effects of thromboxane A2. Federation Proceedings, Bethesda, v. 46, n. 1, p. 113-117, Jan. 1988.

OJASTI, J. Estudio biológico del chigüire, o capybara. Caracas: FONAIAP, 1973. 275 p.

OKUYAMA, H. Recommended LNA/LA ratio for the prevention of chronic, elderly diseases. In: AOCS Annual Meeting and Expo. Resumos, 1997.

OKUYAMA, H. & IKEMOTO, A. Needs to modify the fatty acid composition of meats for human health. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 45., 1999, Yokohama. Anais... Yokohama: ICOMST, 1999.

OLIVEIRA, A. L. Efeito do peso de abate nos rendimentos, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos nelore e mestiços canchim-

nelore. 1993. 130 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

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

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação*. Goiânia: Universidade de Goiás, 1993. v. 1, 586 p.

PEARSON, A. M. La función muscular y los cambios postmortem. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 139-174.

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

PRÄNDAL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. *Tecnología e hygiene de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994. 581 p.

REDDY, K. A.; REDDY, M. S.; JAYAVARDHAN, M.; REDDY, K. S. Effect of electrical stimulation on certain quality characteristics of sheep carcass. *Indian Journal of Animal Science*, New Delhi, v. 61, n. 8, p. 912-914, Aug. 1991.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Abate de bovinos: conversão do músculo em carne. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 8, n. 33, p. 7, set./out. 1994.

ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, Oxford, v. 51, n. 4, p. 283-288, Apr. 1999.

RUIZ, R. L. *Microbiologia zootecnica*. São Paulo: Roca, 1992. 314 p.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUINAS: reprodução e genética aplicada aos zebuinos, 2., 1996, Uberaba, MG. *Anais...* Uberaba: ABCZ, 1996.

SALDANHA, T. Determinação da composição centesimal nos diferentes cortes da carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SALVA, T. J. G. Tecnologia para Redução de Colesterol em Alimentos: Métodos Enzimáticos Fatores que Influenciam os Níveis de Colesterol nos Alimentos. In: SEMINÁRIO “COLESTEROL”: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. Seminário... Campinas: ITAL, 1996. p. 7-13.

SAMS, A. R.; MILLS, K. A. The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectoralis to rigor mortis acceleration. *Poultry Science*, Champaign, v. 72, n. 9, p. 1789-1796, Sept. 1993.

SANTOS, E.D.; TAVARES, W.A.; RODRIGUES, R.; RIBEIRO, R.M.P. Ácidos graxos da gordura de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.38, n.5, p.773-778, set./out. 1986.

SARANTOPOLUS, C. G. L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. *Coletânea do ITAL*, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1990.

SCHAEFER, E. J.; BROUSEAU, M. E. Diet, lipoproteins, and coronary heart disease. *Endocrinology and Metabolism Clinics of Nortean America*, Phyladelphia, v. 27, n. 3, p. 711, Sept. 1998.

SCHÖNFELDT, H. C.; NAUDÉ, R. T.; BOK, W.; van HEERDEN, S. M.; SOWDEN, L. e BOSHOFF, Cooking and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Science*, Oxford, v. 34, n. 3, p. 381-394, 1993.

SCHWEIGERT, B. S. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y los productos cármicos. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 249-278.

SHORTHOSE, W. R. Effects of level of feeding, pre-slaughter stress and method of slaughter on postmortem glycolysis of sheep muscles. *Meat Science*, Oxford, v. 2, n. 3, p. 189-198, 1978.

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

SILVA NETO, P. B. Alimentação e manejo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em cativeiro. 1989. 81 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SIMOPOULOS, A. P. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, Champaign, v. 79, n. 7, p. 961-970, July 2000.

SIMOPOULOS, A. P. Summary of the nato advanced research workshop on dietary ω -3 and ω -6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. *American Institute of Nutrition*, Philadelphia, v. 22, p. 521-526, 1991.

SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; PAROCZAY, E. NORTON, S. Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 69, n. 10, p. 4055-4061, Oct. 1991.

SPECTOR, A. A. Essentialy of fatty acids. *S Lipids*, Champaign, v. 34, p. S1-S3, 1999.

STEINHART, H. & PFALZGRAF, A. Comsuption and metabolism of dietary trans fatty acids. *Fett Lipid*, Deerfield Beach, v. 98, n. 1, p. 34-38, Jan. 1996.

TURATTI, J. M. Efeito dos ácidos graxos ω -3 e fitosteróis. *Food Ingredients*, p. 54-58, 2000.

UAUY, R.; MENA, P.; VALENZUELA, A. Essential fatty acids as determinants of lipids requeriments in infants, children and adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, Basingstoke v. 53, p. 66-77, Apr. 1999. Supplement, 1.

WARRIS, P. D.; KESTIN, S. C.; YOUNG, C. S.; BEVIS, E. A.; BROWN, S. N. Effect of preslaughter transport on carcass yield and indices of meat quality in sheep. *Journal of Science Food Agriculture*, London, v. 37, n. 8, p. 753-761, Aug. 1990.

WIKLUND, E.; PICKOVA, J.; SAMPELS, S.; LUNDSTRÖM, K. Fatty acid composition of *M. longissimus lumborum*, ultimate muscle pH values and

carcass parameters in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus L.*) grazed on natural pasture or fed a commercial feed mixture. *Meat Science*, Oxford, v. 58, n. 3, p. 293-298, July 2001.

XAVIER, C. V. A. Métodos químicos e físicos para prolongamento da vida-de-prateleira da carne de frango refrigerada. 1997. 126 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

CAPÍTULO 2

Composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) submetidas a dois métodos de abate.

1 Resumo

ODA, Sandra Helena Inoue. Composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) submetidas a dois métodos de abate. In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.55-87 Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de 2 métodos de abate (MA): humanitário (MH) e por tiro (MT) na região temporo occipital; e sexo sobre a composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos (AG) da carne de capivaras. O total de 20 animais, 13 machos (M) e 7 fêmeas (F), foi abatido com peso médio de 45,71 kg. No músculo *longissimus dorsi* (LD) foram determinados: umidade, lipídeos totais (LT), proteína e cinzas, segundo A.O.A.C. (1990). Os lipídeos foram extraídos do músculo *semimembranosus* (SM), segundo Folch et al. (1957). O colesterol foi determinado por colorimetria, e o perfil de AG, por cromatografia gasosa (Bragagnolo, 1997). O músculo LD de capivara apresentou: 75,79% de umidade, 1,49% de LT, 21,88% de proteínas e 1,07% de cinzas. Foi observada diferença ($P<0,01$) entre os teores de LT de M (1,75%) e F (0,98%). Entretanto, o MA não influenciou nesses valores. Os fatores sexo e MA não influenciaram nos teores de umidade, proteína e cinzas. Os AG encontrados em maior proporção (%) foram: C16:0 (29,56); C18:1 ω 9 (26,90); C18:2 ω 6 (19,18); C18:0 (6,57); C18:3 ω 3 (4,91); C14:0 (3,64); C20:4 ω 6 (3,45); C18:2 ω 9 (3,31) e C16:1 ω 7 (1,90). A relação entre o total de AG poliinsaturados e AG saturados foi de 0,82. As médias de AG ω 6 e ω 3 foram 23,55 e 5,59%, respectivamente. Os fatores sexo e MA não influenciaram nos teores de AG poliinsaturados e de colesterol (31,51 mg/100 g). Entretanto, ocorreram diferenças ($P<0,05$) para os teores dos AG C16:0 e C18:0 de capivaras M e F, com valores (%) de 31,80-27,34 e 7,33-5,80, respectivamente. O fator MA afetou ($P<0,05$) as médias (%) dos AG C18:0, com valores de 5,60 (MH) e 7,53 (MT); e de C16:1 ω 7, com médias de 2,54 (MH) e 1,24 (MT). A carne de capivara do presente trabalho apresentou teores elevados de proteína e valores reduzidos de lipídeos totais e colesterol, além de uma relação de AG ω 6/ ω 3 considerada nutricionalmente adequada.

Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

2 Abstract

ODA, Sandra Helena Inoue. Proximate composition, cholesterol content and fatty acids profile of capybara meat (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) from two different slaughter methods. In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.55-87 Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras.

The objective of this work was to evaluate the effects of slaughter methods (SM): traditional (TS) and head-shot (HS); and sex on the proximate composition, cholesterol content and fatty acids (FA) profile of capybara meat. A total of 20 animals, 13 males (M) and 7 females (F) weighting about 45.71 kg was slaughtered. In *longissimus dorsi* (LD) muscle were determined: moisture, crude fat, protein and ash, following A.O.A.C. methods (1990). The lipids were extracted from *semimembranosus* (SM) muscle following the methodology of Folch et al. (1957). The cholesterol content was determined by colorimetric method and the composition of fatty acids by gas chromatography (Bragagnolo, 1997). The LD muscle had values of: 75.79% of moisture, 1.49% of lipids, 21.88% of crude protein, 1.07% of ash. There were significant differences ($P < 0,01$) between lipid contents of M (1.75%) and F (0.98%). The moisture, lipids and ash values were not affected by factors sex and SM. The FA found in major concentration (%) were: C16:0 (29.56); C18:1 ω 9 (26.90); C18:2 ω 6 (19.18); C18:0 (6.57); C18:3 ω 3 (4.91); C14:0 (3.64); C20:4 ω 6 (3.45); C18:2 ω 9 (3.31); and C16:1 ω 7 (1.90). Ratio value of poliunsaturated FA to saturated FA was 0.82. The average values of ω 6 FA and ω 3 FA were 23.55 and 5.59%, respectively. The factors sex and SM had no effect on poliunsaturated FA percentages and cholesterol content (31.51 mg/100 g). However, there were significant differences ($P < 0,05$) in FA C16:0 and C18:0 values, of M and F, with values (%) of: 31.80–27.34 and 7.33–5.80, respectively. The factor SM affected ($P < 0,05$) means of FA C18:0, with values of: 5.60 (TS) and 7.53 (HS); and C16:1 ω 7, with values of 2.54 (TS) and 1.24 (HS). Capybara meat in this work presented low total lipid content and high crude protein values, besides a FA ω 6/ ω 3 ratio considered nutritionally adequated.

Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) and Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

3 Introdução

O conceito moderno de vida saudável se encontra consolidado entre os consumidores dos grandes centros. Embora estejam cada vez mais informadas a respeito dos benefícios nutricionais da inclusão da carne na dieta humana, as pessoas ainda associam o consumo da carne vermelha à ocorrência das doenças cardiovasculares (Wood, 1990). Assim, tentando reverter o quadro atual em que os hábitos de vida do homem moderno (sedentarismo, estresse e uma alimentação desbalanceada) colaboram para o aparecimento da obesidade, hipercolesterolemia e problemas cardiocirculatórios, os consumidores buscam formas para prevenir tais doenças e compensar as distâncias cada vez maiores da natureza. As atitudes tomadas incluem mudanças nos hábitos alimentares, início da práticas de esportes e consumo de produtos alternativos ou naturais (como as carnes de animais silvestres).

A carne é considerada um alimento nobre para o homem. Sua maior contribuição na dieta é a qualidade de suas proteínas, a presença de ácidos graxos (AG) essenciais e de vitaminas do complexo B (Pardi et al., 1993). Normalmente, carnes de animais domésticos apresentam elevados teores de ácidos graxos saturados (AGS), considerados responsáveis pela elevação da concentração sérica de colesterol, enquanto carnes de animais silvestres, além de apresentarem reduzidos teores de lipídeos totais, apresentam altas proporções de ácidos graxos poliinsaturados (AGP) (Crowford et al., 1976; Sinclair et al., 1982; Drew, 1985; Naughton et al., 1986; Sinclair & O'Dea, 1990).

Por outro lado, a exploração racional de animais silvestres, em criatórios comerciais autorizados, tornou-se uma importante ferramenta na conservação da biodiversidade, transformando os animais em fontes renováveis de produtos de grande rentabilidade. Uma segunda proposta de exploração racional é o

estabelecimento de planos de manejo que garantam a sobrevivência desses animais em *habitat* natural, com a possibilidade de implementação da caça esportiva para também gerar recursos. Nesse contexto, a capivara surge como a espécie de mamífero sul-americana com maior potencial zootécnico para a produção de carne e couro. Atualmente, a demanda nos grandes centros consumidores pela carne desta espécie é bastante elevada, bem como as possibilidades de exportação. Porém, os estudos a respeito de suas características nutricionais são escassos. Além disso, estudos a respeito da composição química da carne de animais silvestres mantidos em liberdade demonstraram que o valor nutricional da carne depende de fatores como sexo, idade, hábitos alimentares e localização anatômica do músculo (Zomborszky et al., 1996).

A fim de reduzir a ingestão de AG considerados prejudiciais e manter a carne na dieta humana, as pesquisas atuais buscam: a) identificar, nas espécies de açougue, idades de abate e genótipo com menor percentual de lipídeos totais e perfil de AG que evitem os componentes prejudiciais à saúde humana (Bonagurio, 2001; Souza, 2001; Calles, 2000; Prado, 1999); b) determinar o efeito do enriquecimento de rações com óleos de elevado conteúdo de AGP do tipo ω_3 sobre o perfil de AG na carne (Rosa, 1999); e c) identificar espécies com baixa quantidade de lipídeos na carne (Jardim, 2001).

Os objetivos deste estudo foram: a) determinar a composição centesimal do músculo *longissimus dorsi* de capivaras submetidas a duas modalidades de abate (humanitário ou por tiro); b) determinar o teor de colesterol; e c) determinar o perfil em AG do músculo *semimembranosus* da carne destes animais.

4 Material e Métodos

4.1 Material

Foram utilizadas 20 capivaras (13 machos e 7 fêmeas) com peso médio de 45,71 kg, provenientes de um mesmo zoológico e abatidas em julho de 2001. As amostras foram cedidas pela empresa Pró-Fauna Assessoria e Comércio Ltda, registrada no IBAMA sob o nº 1-35-93-0848-0, com sede em Iguape (SP).

4.2 Tratamentos

No desembarque, os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez animais e cumpriram tempo de descanso de 24 h em baias coletivas. O primeiro lote foi submetido ao abate humanitário (MH) (Decreto nº 2244 de 04/06/1997), em que os animais foram insensibilizados (300 V, 2 A por 5 segundos) e sangrados após 15 segundos. No segundo tratamento, os animais foram submetidos ao método de abate por tiro na região temporo occipital (MT) e, após 10 minutos, foram conduzidos ao abatedouro. A partir dessas operações, os animais seguiram na linha de abate, em que foram realizados: sangria, escaldagem (60 °C), pelagem, evisceração, inspeção, serragem longitudinal da carcaça e resfriamento.

4.3 Coleta de amostras

As amostras para as análises de composição centesimal foram retiradas da porção torácica do músculo *longissimus dorsi* (LD) (porção cranial do corte denominado “carré”), e para as análises de perfil em ácidos graxos e teor de colesterol, do músculo *semimembranosus* (SM) das meias-carcaças esquerda e direita. Depois serem devidamente embaladas em papel alumínio e identificadas,

as amostras foram colocadas em sacos plásticos e congeladas a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises. No momento das análises, as amostras foram descongeladas em câmara a $3,5\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.4 Análises laboratoriais

4.4.1 Composição centesimal

Para a determinação da composição centesimal, as amostras foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. A proteína bruta foi quantificada pelo método de análise de nitrogênio Kjeldahl, os lipídeos foram extraídos pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a obtenção de peso constante, e as cinzas em mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, (A.O.A.C., 1990). As análises foram realizadas em triplicata.

4.4.2 Teor de colesterol e perfil de ácidos graxos

Na realização das análises de colesterol e perfil de ácidos graxos (AG), 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 Braganholo & Rodriguez-Amaya, 1995). O perfil de AG foi determinado por cromatografia gasosa, em um cromatógrafo a gás (GC -17A Shimadzu) equipado com coluna capilar DB-WAX polietileno-glicol (30 m; 0,25 mm; 0,20 μm). As condições cromatográficas foram as seguintes: temperatura inicial da coluna- $180\text{ }^{\circ}\text{C}$; temperatura final da coluna- $240\text{ }^{\circ}\text{C}$; taxa de programação (Ratio)- $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$; split na razão de 1:5; temperatura do injetor- $230\text{ }^{\circ}\text{C}$; e, temperatura do detector- $250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.5 Delineamento experimental e análise estatística

Para as análises estatísticas de composição centesimal, teor de colesterol e perfil de AG, foi utilizada uma estrutura fatorial 2x2, não balanceada, com os fatores método de abate e sexo em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados foram analisados através do programa estatístico SAS versão 6.12 (SAS, 1985). Quando as análises de variância determinaram diferenças, os dados foram submetidos ao teste de t.

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

$$Y_{ij} = \mu + M_i + S_j + (MS)_{ij} + P + E_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = observação no músculo *longissimus dorsi* de capivaras abatidas pelo método i, do sexo j;

μ = média geral do experimento;

M_i = efeito do método de abate i, sendo i = 1, 2;

S_j = efeito do sexo j, sendo j = 1, 2;

$(MS)_{ij}$ = efeito da interação do método de abate i com o sexo j;

P = covariável de peso ao abate;

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

5 Resultados e Discussão

5.1 Composição centesimal

As médias de umidade, lipídeos totais, proteína e cinzas no músculo LD de capivaras estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 Médias e erros-padrão (EP) dos teores de umidade, proteína, extrato etéreo e cinzas do músculo LD de capivaras.

	Sexo		Método de Abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
Umidade (%)	75,57 ^a ± 0,20	76,17 ^a ± 0,27	75,93 ^a ± 0,25	75,81 ^a ± 0,29
Proteína (%)	21,95 ^a ± 0,60	22,26 ^a ± 0,50	22,63 ^a ± 0,45	21,58 ^a ± 0,43
Extrato Etéreo (%)	1,75 ^a ± 0,15	0,98 ^b ± 0,19	1,57 ^a ± 0,17	1,16 ^a ± 0,16
Cinzas (%)	1,05 ^a ± 0,02	1,12 ^a ± 0,03	1,05 ^a ± 0,03	1,12 ^a ± 0,03

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

A análise de variância (Tabela 7A) não revelou diferenças ($P > 0,05$) dos fatores método de abate e sexo sobre os percentuais de umidade, proteína e cinzas do músculo LD de capivaras. Isso demonstra que: a) capivaras machos e fêmeas apresentam teores semelhantes de umidade, proteína e cinzas no músculo LD; e b) os dois métodos de abate (humanitário e por tiro) não influenciaram nos teores de umidade, proteína e cinzas do músculo LD de capivaras.

Os valores de umidade encontrados nesse estudo variaram de 75,71-76,19%. Em capivaras, são descritos valores de 75,09-77,29% por Jardim (2001); Miguel (2002); Roça et al. (1996) e Saldanha (2000) em lombo, copa,

pernil e paleta. Em carnes de outras espécies de caça, são citados valores de umidade de 73,4-78,3% por Onyango et al. (1998); Romanelli & Felício (1999); Zomborszky et al. (1996); Marchiori (2001); Sales (1996); e Paleari et al. (1998) em zebras, oryx, kongoni, jacarés-do-Pantanal, cervídeos, javalis e avestruzes. Em relação às espécies domésticas, são relatados teores de 73,83-74,89% por Paleari et al. (1998); Souza (2001); Monteiro et al. (2001); e Norkus et al. (2001) em bovinos, perus, cordeiros e frangos.

As médias de proteína, no presente trabalho, variaram de 21,46-22,30%. Esses resultados foram superiores aos valores relatados por Saldanha (2000); Roça et al. (1996); Gaona (1987); Jardim (2001) e Miguel (2002) em: pernil e paleta (20,49 g/100 g); copa (20,04 g/100 g) e lombo (21,03-22,1%). Em carnes de animais selvagens, são descritos valores de proteína de 20,27-22,8% por Onyango et al. (1998); Zomborszky et al. (1996); Marchiori (2001) e Dawood & Alkanhal (1995) em zebras, oryx, kongoni, javalis, cervídeos e camelos. Em espécies domésticas, são reportados teores de proteína variando de 17,54-20,4% por Paleari et al. (1998); Souza (2001) e Norkus et al. (2001) em bovinos, ovinos, perus e frangos. De forma geral, os dados da literatura mostram que em animais de caça os valores de proteína são mais elevados do que os dos animais domésticos.

Não foram encontradas diferenças nos teores de extrato etéreo para os métodos de abate. Entretanto, houve diferença ($P < 0,01$) entre os valores de extrato etéreo de machos (1,75%) e fêmeas (0,98%) (Tabela 8A). Esses dados discordam dos resultados obtidos por Jardim (2001), Saldanha (2000) e Assaf & Cruz (1976). Esses autores citam que fêmeas de todas as espécies, a partir da puberdade, apresentam maior aptidão para acumular lipídeos do que os machos. Entretanto, no presente trabalho, os machos mostraram maior percentual de lipídeos totais do que as fêmeas. No lote de animais abatidos encontravam-se algumas fêmeas prenhas e, como na gestação o organismo materno passa por

adaptações e diversas alterações no metabolismo dos tecidos e na composição corporal (a fim de garantir o suprimento adequado de nutrientes ao feto e a manutenção desse estado fisiológico, através de um processo denominado homeorrese), provavelmente a gestação tenha sido responsável por essa menor porcentagem de lipídeos (McDonald, 1976; Simões, 1984; Hafez, 1995; Delazari, 1996). A partição dos nutrientes atende prioritariamente as seguintes funções metabólicas: a) metabolismo basal; b) crescimento; c) gestação; d) lactação; e) reservas corporais; f) atividade estral; e g) sobrevivência embrionária (Short & Adams, 1988, citados por Delazari, 1996).

Os valores médios de lipídeos, encontrados no presente estudo, variaram de 1,03-1,17%. Valores de lipídeos entre 0,2-2,5% foram relatados por Onyango et al. (1998); Zomborszky et al. (1996) e Marchiori (2001) em zebra, oryx, kongoni, cervídeos e javali. Por outro lado, em espécies domésticas, foram citados valores que variaram de 3,8-6,49% em perus, bovinos, ovinos e frangos (Paleari et al., 1998; Monteiro, 2001; Norkus, 2001).

Os teores médios de cinzas obtidos no presente trabalho foram de 1,03-1,17%. Em capivaras, são reportadas médias de 0,9-1,18% por Saldanha (2000); Jardim (2001) e Roça et al. (1996) em pernil, paleta, lombo e em copa. Os valores de cinzas citados para outras espécies de caça, como oryx (1,1%), kongoni (1,2%), jacaré-do-Pantanal (1,1%), cervídeos (1,03-1,11%) e javalis (1,03-1,11%) foram semelhantes aos teores encontrados no presente estudo, com exceção da zebra, que apresentou um teor mais elevado de cinzas (1,5%) (Onyango et al., 1998, Romanelli & Felício, 1999; Zomborszky et al., 1996 e Marchiori, 2001). Em espécies domésticas, são relatados valores de cinzas de 0,92-1,2% por Paleari et al. (1998); Monteiro (2001) e Norkus et al. (2001) em bovinos, perus, ovinos e frangos.

5.2 Perfil em ácidos graxos (AG)

Os valores médios de ácidos graxos, em ordem decrescente, foram: a) saturados (AGS, em inglês, SFA): C16:0 (29,56%), C18:0 (6,57%) e C14:0 (3,64%); b) monoinsaturados (AGM, em inglês MUFA): C18:1 ω 9 (26,90%), C16:1 ω 7 (1,90%), C20:1 ω 9 (0,20%); e c) poliinsaturados (AGP, em inglês PUFA): C18:2 ω 6 (19,18%), C18:3 ω 3 (4,91%), C20:4 ω 6 (3,45%), C18:2 ω 9 (3,31%), C22:4 ω 6 (0,74%), C20:5 ω 3 (0,49%), C22:6 ω 3 (0,19%) e C18:3 ω 6 (0,18%). A relação entre o total de AGP e AGS foi de 0,82; as médias do total de AG ω 6 e ω 3 foram de 23,55% e 5,59%, respectivamente; e a relação ω 6/ ω 3 foi de 4,21.

5.2.1 Ácidos graxos saturados (AGS)

As médias das porcentagens das áreas de pico dos AGS encontrados em carne de capivaras são apresentados na Tabela 2.

A análise de variância não detectou diferenças ($P > 0,05$) nos teores de C14:0 para os fatores sexo e método de abate do músculo SM de capivaras. No entanto, Jardim (2001) encontrou diferenças ($P < 0,05$) entre os teores de C14:0 do lombo de capivaras machos (1,18%) e fêmeas (1,58%). Os percentuais de ácido mirístico encontrados no presente trabalho variaram de 3,15-4,34%, com média de 3,64%. Em capivaras, são relatadas médias de 1,46% no lombo e de 1,29% na paleta (Jardim, 2001; Saldanha, 2000). Em espécies domésticas, foram relatados valores de 3,76-5,40% por Calles et al. (2000); Onyango et al. (1998) e Prado (1999) em bovinos e em ovinos da raça Santa Inês. No entanto, foram observadas médias superiores às relatadas por Rowe et al. (1999); Rhee et al. (2000) e Paleari et al. (1998) para ovinos (1,75-1,96%); caprinos (1,78%) e perus (1,70%). Em relação às espécies de caça, foram relatados teores de AG mirístico de 0,5-6,3% por Onyango et al. (1998); Freire et al. (2000); Wiklund et al. (2001); Manley & Forss (1979) e Horbañczuk et al. (1998) em: zebras,

kongoni, oryx, catetos, renas, cervos e avestruzes. Comparando os resultados obtidos no presente trabalho com os valores reportados para outras espécies, verifica-se que o músculo SM de capivaras apresentou teores de C14:0 inferiores aos percentuais encontrados em bovinos, ovinos da raça Santa Inês e algumas espécies de ungulados selvagens.

TABELA 2 Médias e erros-padrão (EP) das porcentagens das áreas de pico dos AGS encontrados do músculo SM de capivaras.

Ácido graxo	Sexo		Método de abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
C14:0 AG mirístico	3,33 ^a ± 0,27	3,95 ^a ± 0,37	3,93 ^a ± 0,33	3,35 ^a ± 0,31
C16:0 AG palmítico	27,34 ^b ± 0,94	31,80 ^a ± 1,29	29,78 ^a ± 1,17	29,35 ^a ± 1,10
C18:0 AG esteárico	7,33 ^a ± 0,34	5,80 ^b ± 0,46	5,60 ^a ± 0,42	7,53 ^a ± 0,39
AGS ¹	38,00	41,61	38,76	39,78

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade (P<0,05). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

¹ Somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos AG saturados.

Grande (1962) relatou que AG com comprimento de cadeia variando de 4 a 10 átomos de carbono não são considerados capazes de aumentar o colesterol sérico. Porém, a ingestão de altas concentrações de AGS de cadeia longa aumenta o nível de colesterol sérico (Grundy & Denke, 1990), entretanto, nem todos os AGS de cadeia longa mostram esse efeito. Os AG C12:0, C14:0 e C16:0 aumentam os níveis de colesterol plasmáticos (Banskalieva et al., 2000), enquanto o C18:0 (considerado um ácido graxo neutro) é rapidamente convertido a ácido oléico pelo organismo após sua ingestão e, dessa forma,

parece não ter nenhum efeito na concentração do colesterol sérico (Bonanome & Grundy, 1988; Denke & Grundy, 1992; Derr et al., 1993).

Os resultados de ácido palmítico (C16:0) do pernil de capivaras machos (27,34%) e fêmeas (31,80%) mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$). Entretanto, a análise de variância não detectou efeito do método de abate sobre os teores desse AG. O C16:0 foi o AG encontrado em maior quantidade, com média de 29,56%. Segundo Keys et al. (1965), esse é o principal AG responsável pela elevação do colesterol sérico. Em lombo e pernil de capivaras, são relatados valores de C16:0 de 16,38 e 13,68%, respectivamente (Jardim, 2001; Saldanha, 2000). Os valores de AG palmítico encontrados no presente trabalho são semelhantes aos valores reportados por Calles et al. (2000); Bragagnolo (1997); Paleari et al. (1998) e Onyango et al. (1998) para novilhos Wagyu (30,8%); bovinos nelores (24,8%); perus (30,0%); zebras, kongoni e oryx (32,6, 27,1 e 28,1%, respectivamente). Entretanto, são reportadas médias de C16:0 de 12,6-26,7% por Rowe et al. (1999); Prado (1999); Rhee et al. (2000); Sales et al. (1999); Freire et al. (2000); Wiklund et al. (2001); Horbañczuk et al. (1998) e Manley & Forss (1979) para as seguintes espécies: ovinos; caprinos; frangos; catetos; avestruzes; cervos e renas. Comparando as médias de C16:0 do presente trabalho com as médias encontradas em outras espécies citadas na literatura, verificou-se que esses teores apresentaram-se bastante elevados, assemelhando-se apenas aos teores encontrados em bovinos, perus e algumas espécies exóticas.

A análise de variância detectou diferenças ($P < 0,05$) para os fatores método de abate e sexo sobre os teores de C18:0 no músculo SM de capivaras. A modalidade de abate por tiro apresentou média superior (7,53%) em relação ao método humanitário (5,60%), e os machos apresentaram valores superiores (7,33%) aos das fêmeas (5,80%). Os valores de AG esteárico no presente trabalho apresentaram média de 6,57%. Em capivaras, são citados valores de

C18:0 de 11,13 e 6,13% para o lombo e paleta, respectivamente (Jardim, 2001; Saldanha, 2000). Os valores desse AG foram próximos aos reportados para frangos (7,1%) (Sales et al., 1999). Entretanto, foram encontradas médias de C18:0 de 9,9-58,1% por Prado (1999); Rowe et al. (1999); Rhee et al. (2000); Calles et al. (2000); Bragagnolo (1997); Freire et al. (2000); Wiklund et al. (2001); Manley & Forss (1979); Onyango et al. (1998); Sales et al. (1999); Horbañczuk et al. (1998) e Paleari et al. (1998) nas seguintes espécies: ovinos; caprinos; novilhos Wagyu e bovinos Nelore; catetos; renas e cervos; zebras, kongoni e oryx e avestruzes. Em relação aos teores de C18:0 encontrados em capivaras e outras espécies citadas na literatura, verifica-se que as médias do presente trabalho são semelhantes às médias encontradas em paleta de capivaras e em frangos e inferiores aos teores encontrados em bovinos, ovinos, caprinos, catetos e outras espécies exóticas.

Os percentuais das áreas de pico dos AGS do presente trabalho totalizaram 39,77%. Em capivaras, são relatados valores de 40,94 e 43,70% (Jardim, 2001; Saldanha, 2000). Em relação ao total de AGS encontrados em espécies domésticas, são relatados valores de 42,19-55,07% por Prado (2000); Rowe et al. (1999); Rhee et al. (2000); Paleari et al. (1998) e Calles et al. (2000) em: ovinos, caprinos, perus e bovinos. Em espécies de caça, foram reportados valores de AGS de 25,4 a 45,6% por Wiklund et al. (2001); Onyango et al. (1998); Sales et al. (1999) e Horbañczuk et al. (1998) em renas, zebras, emas e avestruzes. Os teores totais de AGS nas espécies domésticas foram superiores aos teores observados no SM de capivaras do presente trabalho, os quais, por sua vez, foram superiores aos valores citados em espécies de caça.

5.2.2 Ácidos graxos monoinsaturados (AGM)

As médias das porcentagens das áreas de pico dos AGM encontrados na carne de capivaras são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 Médias e erros-padrão (EP) das porcentagens das áreas de pico dos AGM do músculo SM de capivaras.

Ácido graxo	Sexo		Método de Abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
C16:1 ω 7 AG palmitoléico	1,76 ^a \pm 0,30	2,02 ^a \pm 0,41	2,54 ^a \pm 0,37	1,24 ^b \pm 0,35
C18:1 ω 9 AG oléico	26,65 ^a \pm 1,27	27,13 ^a \pm 1,74	28,05 ^a \pm 1,58	25,73 ^a \pm 1,49
C20:1 ω 9 AG eicosenóico	0,28 ^a \pm 0,09	0,17 ^a \pm 0,12	0,24 ^a \pm 0,11	0,20 ^a \pm 0,10
AGM ¹	28,69	29,32	30,83	27,17

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

¹ Somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos AG monoinsaturados.

A análise de variância não detectou diferença ($P > 0,05$) para os teores de AG palmitoléico (C16:1 ω 7) entre capivaras machos e fêmeas. Por outro lado, houve diferença ($P < 0,05$) entre teores desse AG no músculo SM de capivaras abatidas pelo método humanitário (2,54%) e por tiro (1,24%). Os valores de AG palmitoléico encontrados no presente trabalho variaram de 1,09-2,63%. Para capivaras, são relatadas médias de C16:1 ω 7 de 1,12 e 1,56% em paleta de machos e fêmeas, respectivamente (Saldanha, 2000), e de 0,54-1,09% em lombos (Jardim, 2001). As porcentagens de AG palmitoléico encontradas no presente estudo são menores que as porcentagens citadas por Paleari et al. (1998); Calles et al. (2000); Sales et al. (1999); Onyango et al. (1998); Freire et al. (2000) e Horbañczuk et al. (1998) para bovinos (2,9-6,3%); caprinos (1,62-2,71%); perus (2,7%); frangos (7,2%); catetos (2,7-4,1%) e avestruzes (5,62%). No entanto, as médias de C16:1 ω 7 no presente trabalho foram superiores às médias encontradas por Rowe et al. (1999); Prado (1999); Wiklund et al. (2001); Manley & Forss (1979); Onyango et al. (1998) e Sales et al. (1999) em ovinos

(0,94-2,49%); renas (0,6-0,9%); cervos (1,3%); zebras (1,4%); kongoni (0,6%); oryx (0,7%) e emas (0,9-2,7%). Os teores de C16:1 ω 7 em bovinos, caprinos, aves domésticas, catetos e avestruzes foram superiores aos teores desse AG em carne de capivaras. Os ovinos e as demais espécies silvestres e exóticas apresentam médias de AG palmitoléico inferiores às médias encontradas na carne de capivara analisada.

A análise de variância não detectou efeitos significativos ($P>0,05$) para os fatores sexo e método de abate sobre os teores dos AG oléico (C18:1 ω 9) e eicosenóico (C20:1 ω 9).

As porcentagens de C18:1 ω 9 encontradas no presente trabalho variaram de 25,45-28,14%, com média de 26,83%. Em paletas e lombos de capivaras, foram encontrados valores de AG oléico de 20,05 e 11,66%, respectivamente (Saldanha, 2000; Jardim, 2001). Esse AG participa de processos fisiológicos, como a manutenção da fluidez das membranas e apresenta efeito hipocolesterolêmico (Spector, 1999; Bonanome & Grundy, 1988; Grundy, 1986). Além disso, o C18:1 ω 9 é utilizado no organismo animal como uma fonte preferencial de energia metabolizável durante o crescimento rápido (Waldman et al., 1968). Os valores de C18:1 ω 9 encontrados no presente trabalho foram inferiores aos valores relatados por Prado (1999); Rowe et al. (1999); Rhee et al. (2000); Calles et al. (2000) e Paleari et al. (1998) em ovinos (30,73-45,19%); caprinos (42,43%); em novilhos Wagyu (42,0%) e em bovinos (37,2%). Em aves, foram encontradas médias desse AG de 35,5% em perus (Paleari et al., 1998) e 39,8% em frangos (Sales et al., 1999). Em espécies de caça, foram relatados valores mais elevados de C18:1 ω 9 por Freire et al. (2000); Sales et al. (1999) e Horbañczuk et al. (1998) em catetos (28,37-37,77%); emas (29,5%) e avestruzes (33,25%). Comparando as porcentagens de C18:1 ω 9 obtidas no presente trabalho com as encontradas em espécies domésticas, verifica-se que a carne de capivara apresenta teores mais reduzidos desse AG. Em relação às

espécies de caça, os teores de C18:1 ω 9 foram superiores aos encontrados em cervos e em ungulados africanos.

As porcentagens de AG C20:1 ω 9 (ácido eicosenóico) encontradas no presente trabalho variaram entre 0,15-0,33%, com média de 0,24%. Em capivaras, foram observados valores de C20:1 ω 9 de 0,29-0,77% em lombos (Jardim, 2001) e de 0,89% em paleta de capivaras machos (Saldanha, 2000). Em animais domésticos, são reportados valores de AG eicosenóico de 0,20-0,41% por Rowe et al. (1999); Paleari et al. (1998) e Horbańczuk et al. (1998). Comparando os teores de C20:1 ω 9 obtidos no presente trabalho com os valores descritos em capivaras e outras espécies, observa-se que o músculo SM de capivaras apresentou médias de AG eicosenóico inferiores às médias citadas em lombo e paleta dessa mesma espécie, e também em relação a ovinos, perus e avestruzes.

O total da área de picos de AGM no presente trabalho foi de 29%. Em capivaras, são reportados teores de 11,96-15,61% de AGM em lombo (Jardim, 2001) e de 25,05% em paleta de machos (Saldanha, 2000). Em espécies domésticas, foram relatados valores de AGM de 31,37-48,6% por Prado (1999); Rowe et al. (1999); Rhee et al. (2000); Calles et al. (2000); Sales et al. (1999) e Paleari et al. (1998) em ovinos, caprinos, novilhos, frangos e perus. Em espécies de caça, foram reportados percentuais de AGM de 17,3-41,8% por Wiklund et al. (2001); Onyango et al. (1998); Sales et al. (1999) e Paleari et al. (1998) em renas, zebras, oryx, emas e avestruzes. No presente trabalho foram encontrados percentuais de AGM inferiores aos reportados em espécies domésticas. Por outro lado, os teores de AGM encontrados na carne de capivara foram superiores aos teores de outras espécies de caça, com exceção dos avestruzes.

5.2.3 Ácidos graxos poliinsaturados (AGP)

As médias das porcentagens das áreas de pico dos AGP encontrados na carne de capivaras são apresentados na Tabela 4.

A análise de variância dos teores de C18:2 ω 9, C18:2 ω 6, C18:3 ω 6, C18:3 ω 3, C20:4 ω 6, C20:5 ω 3, C22:4 ω 6 e C22:6 ω 3 em SM de capivaras não detectou influência ($P>0,05$) dos fatores sexo e método de abate sobre os teores destes AG na carne de capivara.

As porcentagens de C18:2 ω 6 (ácido linoléico) encontradas no presente trabalho variaram de 15,85-22,81%, com média de 19,71%. Em lombo de capivaras, são descritos valores de 18,78% (Jardim, 2001), e em pernil de capivaras machos, 15,11% (Saldanha, 2000). Com relação aos teores de C18:2 ω 6 em espécies domésticas, são relatados valores de 1,9-13,5% por Prado (2000); Rhee et al. (2000); Calles et al. (2000); Paleari et al. (1998); Bragagnolo (1997) e Sales et al. (1999) em ovinos, caprinos, bovinos, frangos e perus. Para animais de caça, são reportadas médias de C18:2 ω 6 de 14,1-30,4% por Freire et al. (2000); Wiklund et al. (2001); Manley & Forss (1979); Sales et al. (1999); Onyango et al. (1998) e Horbãnczuk et al. (1998) nas seguintes espécies: catetos, renas, cervos, emas, zebras e avestruzes. A carne de capivara do presente estudo apresentou médias de C18:2 ω 6 superiores em relação a todas as espécies domésticas citadas, e também em relação às zebras (14,1%) e avestruzes (15,61%).

As porcentagens de C18:3 ω 6 (ácido γ -linolênico) encontradas no presente trabalho variaram de 0,15-0,20%. Em ovinos, são relatadas médias desse AG de 0,21-0,69% por Prado (2000) e Rowe et al. (1999). Os valores médios de C18:3 ω 6 em músculo SM de capivara foram inferiores aos valores citados para ovinos.

TABELA 4 Médias e erros-padrão (EP) das porcentagens das áreas de pico dos AGP do músculo SM de capivaras.

Ácido Graxo	Sexo		Método de Abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
C18:2 ω 9	2,65 ^a ± 0,48	3,95 ^a ± 0,66	3,78 ^a ± 0,60	2,82 ^a ± 0,57
C18:2 ω 6 AG linoléico	21,34 ^a ± 1,23	17,04 ^a ± 1,69	18,97 ^a ± 1,53	19,41 ^a ± 1,44
C18:3 ω 6 AG γ -linolênico	0,18 ^a ± 0,01	0,17 ^a ± 0,01	0,18 ^a ± 0,01	0,17 ^a ± 0,01
C18:3 ω 3 AG α -linolênico	5,04 ^a ± 0,37	4,89 ^a ± 0,55	5,06 ^a ± 0,47	4,87 ^a ± 0,49
C20:4 ω 6 AG araquidônico	3,44 ^a ± 0,68	3,45 ^a ± 1,01	3,00 ^a ± 0,85	3,89 ^a ± 0,89
C20:5 ω 3 AG (EPA)	0,51 ^a ± 0,10	0,45 ^a ± 0,14	0,45 ^a ± 0,12	0,52 ^a ± 0,12
C22:4 ω 6	0,99 ^a ± 0,44	0,39 ^a ± 0,63	0,47 ^a ± 0,54	0,92 ^a ± 0,59
C22:6 ω 3 AG (DHA)	0,18 ^a ± 0,02	0,18 ^a ± 0,03	0,16 ^a ± 0,03	0,20 ^a ± 0,03
AGP ¹	31,68	26,63	28,27	29,58
AGP/AGS ²	0,83	0,64	0,72	0,74
Total ω 3	5,73	5,52	5,67	5,59
Total ω 6	25,95	21,11	22,6	23,99

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

¹ Somatório das porcentagens médias de áreas de pico dos AG poliinsaturados.

² Relação entre o total de AG poliinsaturados e o total de AG saturados.

As porcentagens de C18:3 ω 3 (ácido α -linolênico) encontradas no presente trabalho variaram de 4,39-5,85%, com média de 5,02%. Em capivaras, são relatados valores de AG α -linolênico de 0,24-0,47% em lombos (Jardim, 2001) e de 4,23% em paletas de fêmeas (Saldanha, 2000). Os teores desse AG encontrado no músculo SM de capivaras foram superiores aos relatados por Rhee et al. (2000); Rowe et al. (1999) e Garcia & Casal (1999) para caprinos, ovinos e frangos. Em relação às carnes de espécies silvestres e exóticas, foram

relatados teores superiores de C18:3 ω 3 por Manley & Forss (1979); Onyango et al. (1998) e Horbañczuck et al. (1998) em cervos (5,5%), zebras (18,1%) e avestruzes (5,68%). Por outro lado, foram citados teores inferiores desse AG em catetos (0,26-0,67%) e emas (4,6%) por Freire et al. (2000) e Sales et al. (1999), respectivamente. O teor médio encontrado em pernil de capivara no presente estudo foi superior aos teores encontrados em lombo e paleta de capivaras. Em relação às espécies domésticas e de caça, os teores médios de C18:3 ω 3 encontrados no presente trabalho são superiores aos reportados para ovinos, caprinos, frangos, catetos e emas.

Os AG C18:2 ω 6 e C18:3 ω 3 são considerados os mais importantes entre os AG essenciais, pois são os precursores para a síntese de muitos AGP, como os ácidos C20:4 ω 6, C20:5 ω 3 e C22:6 ω 3 (Spector, 1999). Os AG derivados pela ação de enzimas, como as cicloxigenases e lipoxigenases, formam os eicosanóides, substâncias moduladoras de muitas funções vitais, participando de processos secretórios, digestivos, reprodutivos, imunológicos e circulatórios (Mancini-Filho & Chemin, 1996).

As porcentagens de C20:4 ω 6 (ácido araquidônico) encontradas no presente trabalho variaram de 2,79-4,15%, com média de 3,43%. Em capivaras, são relatados valores de C20:4 ω 6 de 6,66% no lombo (Jardim, 2001) e de 1,70% em pernil de machos (Saldanha, 2000). Os valores encontrados desse AG no presente estudo foram superiores às médias relatadas por Bragagnolo (1997); Prado (2000); Paleari et al. (1998) e Sales et al. (1999) para bovinos Nelore (0,5%); ovinos (1,14-2,82%); perus (0,9%) e frangos (0,7%). No SM de cabras mantidas a pasto, Rhee et al. (2000) encontraram teores iguais desse AG. Os teores de C20:4 ω 6 no presente estudo foram inferiores aos teores relatados em espécies de caça por Horbañczuck et al. (1998); Sales et al. (1999) e Manley & Farsson (1979) para avestruzes (5,30-5,81%); emas (5,0%) e cervos (8,5%). A porcentagem de C20:4 ω 6 em SM de capivaras mostrou-se superior aos valores

citados para bovinos, ovinos, caprinos, perus e frangos. Isso mostra um aspecto muito favorável ao consumo da carne de capivara, pois esse composto é considerado um AG essencial e precursor na síntese de eicosanóides. O AG araquidônico encontra-se presente nas membranas celulares e representa de 5 a 15% dos AG que estão esterificados nos fosfolípidos. Os AG C20:4 ω 6 e o C22:6 ω 3 (DHA) são componentes estruturais predominantes da substância cinzenta do cérebro e da retina e, dessa forma, devem fazer parte da dieta da mãe para estarem disponíveis ao feto (tecido placentário) e ao recém-nascido (amamentação) (Martinez, 1991; Crowford 1995).

As porcentagens de C20:5 ω 3 (EPA) encontradas no presente trabalho variaram de 0,38-0,62%, com média de 0,49%. Jardim (2001) relatou diferenças ($P < 0,05$) nos teores de C20:5 ω 3 na carne de capivaras abatidas em diferentes faixas de peso, de forma que o teor desse AG diminuía à medida que o peso ao abate aumentava. Em capivaras, são citadas médias de C20:5 ω 3 de 1,60% para lombo (Jardim, 2001) e de 0,79% para pernil de capivaras machos (Saldanha, 2000). Os teores de EPA em pernil de capivaras observados no presente trabalho foram superiores aos relatados por Bragagnolo (1997) e Garcia & Casal (1999) para bovinos nelore (0,1%) e para peitos de frangos (0,4%). Os teores de C20:5 ω 3 encontrados no SM de capivaras foram inferiores aos teores citados por Sales et al. (1999); Horbañczuk et al. (1998) e Wiklund et al. (2001) para emas (0,8%), avestruzes (0,56%) e renas (2,7%). Comparando os dados obtidos no presente experimento com os encontrados na literatura, verifica-se que o teor de C20:5 ω 3 em pernil de capivaras foi superior aos dados relatados para bovinos e frangos, porém foram inferiores aos dados de literaturas para emas, avestruzes e renas.

O total de AGP encontrados nesse trabalho foi de 32,45%. Em capivaras, são relatados valores totais de AGP de 25,36-30,13% no lombo (Jardim, 2001) e de 35,41% em pernil (Saldanha, 2000). Em ovinos, caprinos e bovinos são

relatados valores de totais AGP de 5,36-12,54%, por Prado (1999); Rowe et al. (1999); Rhee et al. (1999) e Bragagnolo (1997). São reportados valores de totais de AGP inferiores em espécies silvestres e exóticas, com valores de 0,8% em emas (Sales et al., 1999) e de 23,78% em avestruzes (Horbañczuk et al., 1998). Comparando os valores observados de AGP no presente trabalho com os citados para outras espécies, observa-se que a carne de capivara apresenta um percentual de AGP mais elevado. Considerando os aspectos tecnológicos, normalmente quanto maior o grau de insaturação da gordura das carnes, mais rápido acontece a oxidação desses compostos lipídicos e menor é a vida-de-prateleira da carne (Carmo, 1981). Entretanto, com relação aos aspectos de saúde, os AGP ingeridos na dieta humana são responsáveis pela redução nos níveis de colesterol séricos.

O teor médio de AG da família $\omega 3$ encontrados no presente trabalho foi de 5,59%. Foram relatados teores de $\omega 3$ de 0,8-3,3% por Jardim (2001); Saldanha (2000); Bragagnolo (1997); Sales et al. (1999); Paleari et al. (1998) e Horbañczuk et al. (1998) para lombo e paleta de capivaras, bovinos, emas e avestruzes. Os AG $\omega 3$ são essenciais ao desenvolvimento das células nervosas (neurônios e células gliais) do feto durante a gestação (Belda & Pourchet-Campos, 1991).

O teor médio de AG da família $\omega 6$ encontrado em pernil de capivaras foi de 23,55%. Ainda em capivaras, Jardim (2001) encontrou um total de AG $\omega 6$ de 25,5%, e Saldanha (2000), de 16,81%. Em bovinos, Bragagnolo (1997) encontrou percentuais de 11,06%; em ovinos, Rowe et al. (1999) observaram um total de 3,64%. Com isso, é possível afirmar que a carne de capivaras apresenta teores de $\omega 6$ superiores aos de bovinos e ovinos.

Deve-se levar em consideração que o efeito biológico dos AG essenciais depende da razão dos ácidos das famílias $\omega 6/\omega 3$, presentes nos fosfolípidos que constituem as membranas (Uauy et al., 1999; Simopoulos, 1991). Alguns

autores consideram que a razão $\omega 6/\omega 3$ ideal é a de 10-11:1 (Simopoulos, 1991). Entretanto, a Japan Society for Lipid Nutrition recomenda que a razão $\omega 6/\omega 3$ seja de 4:1 para adultos saudáveis e de 2:1 na prevenção de doenças crônicas em idosos (Uauy et al., 1999), enquanto a The World Health Organization (FAO, 1984) recomenda razões de ácidos graxos poliinsaturados $\omega 6/\omega 3$ entre 3:1 e 4:1. No presente trabalho, a proporção de ácidos graxos da família $\omega 6/\omega 3$ foi de aproximadamente 4:1, considerada nutricionalmente adequada.

5.3 Teor de colesterol

Os teores médios de colesterol do músculo *semimembranosus* de capivaras estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 Médias e erros padrão (EP) do teor de colesterol do músculo SM de capivaras.

	Sexo		Método de abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
Colesterol (mg/100g)	26,99 ^a ± 2,92	29,21 ^a ± 4,01	26,97 ^a ± 3,64	29,23 ^a ± 3,42

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

A análise de variância não revelou diferenças ($P > 0,05$) dos fatores sexo e método de abate sobre o teor de colesterol do músculo SM de capivaras. Isso demonstrou que: a) capivaras machos e fêmeas apresentam teores semelhantes de colesterol no músculo SM; e b) capivaras abatidas nas modalidades

humanitário e por tiro não apresentaram diferenças nos teores de colesterol no músculo SM.

Os teores médios de colesterol encontrados nesse estudo variaram de 30,18-33,80 mg/100 g, com média geral de 31,51 mg/100 g. Em capivaras, são citados valores de 23,3 mg/100 g até 44 mg/100 g (Saldanha, 2000; Jardim, 2001; Miguel, 2002). Os teores de colesterol (mg/100 g) relatados por Calles et al. (2000); Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995); Nogueira & Bragagnolo (2000); Prado (2000); Rowe et al. (1999); Sales et al. (1999); Paleari et al. (1998) e Fialho & Bragagnolo (2000) para novilhos Wagyu (49,5), bovinos Nelore (51), pato (108), coelho (70), ovinos (de 62,03-76,9), frangos (36,3), perus (70), codorna (79), perdiz (80) e faisão (62) foram superiores aos teores encontrados no presente trabalho. De uma forma geral, os animais silvestres apresentam teores de colesterol inferiores aos teores encontrados em carnes de espécies tradicionalmente consumidas. São relatados valores (mg/100 g) de colesterol de: 36,99 em catetos fêmeas e 48,78 em catetos machos (Freire et al., 2000); de 63,50 em jacaré-do-Pantanal (Romanelli & Felício, 1999); de 33,8-57,0 em avestruzes (Paleari et al., 1998); e de 59,0 em emas (Sales et al., 1999). Observou-se que o músculo SM de capivaras apresentou médias inferiores a todas as outras espécies domésticas e de caça.

6 Conclusões

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, é possível inferir que:

- Os teores de umidade, proteína e cinzas no músculo LD, e de colesterol no músculo SM, não foram influenciados ($P>0,05$) pelo efeito do método de abate e do sexo.
- As capivaras machos apresentaram teores de lipídeos totais mais elevados (1,75%) do que as capivaras fêmeas (0,98%) no músculo SM.
- Os fatores método de abate e sexo não influenciaram ($P>0,05$) os teores de C14:0, C18:1 ω 9, C20:1 ω 6, C18:2 ω 6, C18:3 ω 6, C18:3 ω 3, C20:4 ω 6, C20:5 ω 3, C22:4 ω 6 e C22:6 ω 3 encontrados no músculo SM de capivaras.

7 Referências Bibliográficas

ASSAF, A.; CRUZ, O. **Estudios sobre la industrialización de la carne de chigüire**. Informe del CIEPE (1ª fase) al CONICIT. Div. de alimentos animales. 1976. 42 p. Mimeografado.

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

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, Aug. 2000.

BELDA, M.C.R. & POURCHET-CAMPOS, M.A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.11, v.1, p. 5-35. 1991.

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**. 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

BONANOME A. M. D.; GRUNDY S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 318, n. 19, p. 1244-1247, May 1988.

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

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de Colesterol em Carne Suína e Bovina e Efeito do Cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 11-17, jan./jun. 1995.

CALLES, J. A. E.; GASKINS, C. T.; BUSBOOM, J. R.; DUCKETT, S. K.; CRONRATH, J. D.; REEVES, J. J. Sire variation in fatty acid composition of crossbred Wagyu steers and heifers. *Meat Science*, Oxford, v. 56, n. 1, p. 23-29, Sept. 2000.

CARMO, R. G. Estabilidade sob congelamento da carne de bovinos alimentados com lipídeos protegidos contra biohidrogenação ruminal. 1981. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CRAWFORD, M. A.; CASPERD, M. N.; SINCLAIR A. J. The long chain metabolites of linoleic and linolenic acids and liver and brain in herbivores and carnivores. *Comparative Biochemistry and Physiology B – Biochemistry & Molecular Biology*, Oxford, v. 54, n. 3, p. 395-401, 1976.

DAWOOD, A. A.; ALKANHAL, M. A. Nutrient composition of Najdi-Camel meat. *Meat Science*, Oxford, v. 39, n. 1, p. 71-78, 1995.

DELAZARI, J. A. Desempenho reprodutivo, concentração de progesterona e metabólitos lipídicos no pós parto de vacas mestiças holandesas-zebu submetidas a dietas hiperlipidêmicas. 1996. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DENKE, M. A.; GRUNDY, S. M. Comparison on effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids. *American Journal Clinical Nutrition*, Bethesda, v. 56, n. 5, p. 895-898, Nov. 1992.

DEER, J. K.; ETHERTON, P. M.; PEARSON, T. A.; SELIGSON, F. H. The role of fatty acid saturation on plasma lipids, lipoproteins and apolipoproteins. II. The plasma total and low density lipoprotein cholesterol response to individual fatty acids. *Metabolism*, Philadelphia, v. 42, n. 2, p. 130-134, Feb. 1993.

DREW, K. R. Carcass characteristics and optimal slaughter time in deer. *Biology of deer production. The Royal Society of New Zealand*, Wellington, v. 22, p. 543, 1985.

FAO/WHO. Report of a joint expert consultation: fats and oils in human nutrition. *Food and Nutrition Paper*, Rome, v. 57, n. 1, p. 49-55, 1994.

FIALHO, N. A. V.; BRAGAGNOLO, N. Lipídeos totais, colesterol e composição de ácidos graxos em carnes de codorna, perdiz e faisão. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza, CE. *Anais...* Fortaleza: CBCTA, 2000.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, May. 1957.

FREIRE, K. R.; BESERRA, F. J.; PINHEIRO, M. J. P.; NOGUEIRA, C. M.; CARRARO, F. Efeito do sexo e da castração no perfil de ácidos graxos e teor de colesterol da carne de cateto (*Tayassu tajacu*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza, CE. *Anais...* Fortaleza: CBCTA, 2000.

GAONA, J. L. T. La carne del chigüiro como alimento. *Temas de Orientacion Agropecuaria*, Bogotá, v. 9, n. 99, p. 69-75, 1987.

GARCIA, P. T.; CASAL, J. J. Contribution of poultry lipids to current recommendations for an optimum lipid dietary intake. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 45., 1999, Yokohama. *Anais...* Yokohama: ICOMST, 1999.

GRANDE, F. Dog serum lipid responses to dietary fats differing in the chain length of the saturated fatty acids. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 76, n. 3, p. 255-264, Mar. 1962.

GRUNDY, S. M. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New England Journal Medicine*, Boston, v. 314, n. 7, p. 745-748, July 1986.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids. *Journal Lipid Research*, Bethesda, v. 31, n. 7, p. 1149-1172, July 1990.

HAFEZ, S. E. *Reprodução animal*. Ed. Manole, 1995. 582 p.

HORBAŃCZUK, J.; SALES, J.; CELEDA, T.; KONECKA, A.; ZIĘBA, G.; KAWKA, P. Cholesterol content and fatty acid composition of ostrich meat as influenced by subspecies. *Meat Science*, Oxford, v. 50, n. 3, p. 385-388, Nov. 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 Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KEYS A.; ANDERSON, J. T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to changes in the diet. IV. Particular Saturated fatty acids in the diet. *Metabolism*, Philadelphia, v. 14, n. 7, p. 776-780, 1965.

McDONALD, L. E. *Veterinary Endocrinology and reproduction, USA: Lea & Febiger, 1976, 493 p.*
MANCINI-FILHO, J.; FREMIN, S. Implicações nutricionais dos ácidos graxos trans. *Óleos e Grãos*, São Caetano do Sul, v. 31, n. 1, p. 41-45, 1996.

MANLEY, T. R.; FORSS, D. A. Fatty acids of meat lipids from young red deer (*Cervus elaphus*). *Journal Science and Food Agriculture*, London, v. 30, n. 9, p. 927-931, Sept. 1979.

MARCHIORI, A. F. *Composição e propriedades físico-químicas da carne de javali e de suíno comercial*. 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.

MIGUEL, G. Z. *Caracterização da carcaça e da carne de capivaras (Hydrochaeris hydrochaeris L. 1766) em idade adulta*. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MONTEIRO, E. M.; RÜBENSAM, 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.

NAUGHTON, J. M.; O'DEA, K.; SINCLAIR, A. J. Animal foods in traditional aboriginal diets: polyunsaturated and low in fat. *Lipids*, Champaign, v. 21, n. 11, p. 684-690, Nov. 1986.

NOGUEIRA, G. C.; BRAGAGNOLO, N. Frango caipira, coelho e pato: colesterol, lipídeos totais e composição em ácidos graxos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: CBCTA, 2000.

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.

ONYANGO, C. A.; IZUMIMOTO, M.; KUTIMA, P. M. Comparison of some physical and chemical properties of selected game meats. *Meat Science*, Oxford, v. 49, n. 1, p. 117-125, May 1998.

PALEARI, M. A.; CAMISASCA, S.; BERETTA, G.; RENAN, P.; CORISCO, P.; BERTOLO, G.; CRIVELLI, G. Ostrich meat physico chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. *Meat Science*, Oxford, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, Mar./Apr. 1998.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação*. Goiânia: Universidade de Goiás, 1993. v. 1, 586 p.

PRADO, O. V. *Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos*. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RHEE, K. S.; WALDRON, D. F.; ZIPRIN, Y. A.; RHEE, K. C. Fatty acid composition of goat diets vs intramuscular fat. *Meat Science*, Oxford, v. 54, n. 4, p. 313-318, Apr. 2000.

ROÇA, R. O.; VEIGA, N.; SILVA NETO, P. B.; CINTI, R. Desenvolvimento de produtos curados e defumados com carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 1996, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: CBCTA, 1996.

ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, Oxford, v. 51, n. 4, p. 283-388, Apr. 1999.

ROMANELLI, P. F.; FELÍCIO, P. E. Jacaré do Pantanal (*Caiman Crocodilus yacare*): rendimentos de abate e composição da carne. *Higiene Alimentar*, São Paulo, yv. 13, n. 60, p. 11-15, mar. 1999.

ROSA, F. C. *Teor de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no peito e na coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de*

óleo. 1999. 93 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SALDANHA, T. Determinação da composição centesimal nos diferentes cortes da carne de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). 2000. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SALES, J. Histological, biophysical and chemical Characteristics of different ostrich muscles. *Journal Science of Food and Agriculture*, London, v. 70, n. 1, p. 109-114, Jan. 1996.

SALES, J.; NAVARRO, J. L.; MARTELLA, M. B.; LIZURUME, M. E.; MANERO, A.; BELLIS, L.; GARCIA, P. T. Cholesterol content and fatty acid composition of rhea meat. *Meat Science*, Oxford, v. 53, n. 2, p. 73-75, Oct. 1999.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: statistics. 5. ed. Cary, North Carolina, 1985. 956 p.

SIMÕES, S. J. M. C. Fisiologia da reprodução dos ungulados domésticos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. 623 p.

SIMOPOULOS, A. P. Summary of the nato advanced research workshop on dietary ω -3 and ω -6 fatty acids: biological effects and nutritional essentiality. *American Institute of Nutrition*, Philadelphia, v. 22, p. 521-526, 1991.

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

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

SOUZA, X. R. Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento. 2001. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SPECTOR, A. A. Essentialy of fatty acids. *Lipids*, Champaign, v. 34, p. S1-S3, 1999.

UAUY, R.; MENA, P.; VALENZUELA, A. Essential fatty acids as determinants of lipids requirements in infants, children and adults. **European Journal of Clinical Nutrition**, Basingstoke, v. 53, p. S66-S77, Apr. 1999. Supplement. 1.

WALDMAN, R. C.; SUESS, G. C.; BRUNGARDT, V. H. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth carcass and palatability traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 632-635, Aug. 1965.

WIKLUND, E.; PICKOVA, J.; SAMPELS, S.; LUNDSTRÖM, K. Fatty acid composition of *M. longissimus lumborum*, ultimate muscle pH values and carcass parameters in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L) grazed on natural pasture or fed a commercial feed mixture. **Meat Science**, Oxford, v. 58, n. 3, p. 293-298, July 2001.

WOOD, J. D. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In: WOOD J. D.; FISHER, A. V. **Reducing Fat in Meat Animals**. London: Elsevier, 1990. p. 344-389.

ZOMBORSZKY, Z.; SZENTMIHÁLYI, G.; SARUDI, I.; HORN, P.; SZABÓ, C. S. Nutrient composition of muscles in deer and boar. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 625-626, May/June 1996.

CAPÍTULO 3

Parâmetros físico-químicos da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) submetidas a dois métodos de abate.

1 Resumo

ODA, Sandra Helena Inoue. Parâmetros físico-químicos da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.1766) submetidas a dois métodos de abate. In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.89-112 Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos fatores método de abate (MA): humanitário (MH) e por tiro (MT) na região temporo occipital; e sexo sobre a qualidade de carne de capivaras. Um total de 20 capivaras (13 machos e 7 fêmeas), com peso médio de 45,71 kg, provenientes de um mesmo zocriadouro, foram abatidas em julho de 2001. As médias de pH foram obtidas no músculo *longissimus dorsi*, às 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 24 h *post mortem* (p.m.). Os fatores sexo e MA influenciaram ($P<0,01$) o pH. As fêmeas e machos mostraram, às 3 h p.m., médias de pH de 6,27 e 5,87, e às 24 h, valores de 6,16 e 5,76, respectivamente. Isso demonstrou que: nos machos, a instalação do *rigor* foi mais rápida do que em fêmeas; e as fêmeas mostraram baixa extensão glicolítica. Os valores de pH para MA, às 1, 5 e 24 h p.m., foram: 6,30-6,05; 6,05-5,95; e, 5,87-5,93 para o MT e o MH, respectivamente, mostrando que o MH acelera a instalação do *rigor*; entretanto, maior acidificação da carne ocorre no MT. Com relação à cor, os MA influenciaram ($P<0,05$) o valor L^* (luminosidade) de forma que, no MH, o valor L^* (29,58) foi menor do que no MT (32,40). Entretanto, o sexo não influenciou o L^* . Os fatores MA e sexo não influenciaram: na cor, o valor a^* (vermelho), com médias de 14,72 a 13,69 e, o valor b^* (amarelo), com variação de 0,34 a 0,68; e na perda de peso por cozimento (24,93 a 32,33%). A força de cisalhamento (FC) (maciez) foi mais elevada ($P<0,05$) no MT (5,04 kgf/g) do que no MH (3,97 kgf/g).

Os MA influenciaram o desenvolvimento das reações bioquímicas p.m. Entretanto, sobre a cor, carnes de capivaras abatidas no MT foram mais claras e com maior FC do que no MH. Porém, amostras com FC de 5,04 kgf/g são consideradas macias.

Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

2 Abstract

ODA, Sandra Helena Inoue. Effect of two slaughter methods on quality parameters of capybara meat (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.89-112 Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras.

The objective of this work was to evaluate the effect of slaughter methods (SM): traditional (TS) and head-shot (HS); and sex on capybara meat quality. A total of 20 capybaras (13 males and 7 females), weighting about 45.71 kg from a common breeding herd were slaughtered on July 2001. The pH readings were taken at 1, 3, 5, 7, 9, 11 and 24 h *post mortem* (p.m.). Sex and slaughter method had significant effect ($P<0,01$) on pH values. Females and males had, at 3 h p.m., pH means of 6.27 and 5.87, and at 24 h, values of 6.16 and 5.76, respectively. It shows that: in males, the onset of *rigor* was faster than in females; and, that females had lesser glycolysis extent. The pH values for SM, at 1, 5 and 24 h p.m., were: 6.30-6.05; 6.05-5.95 and 5.87-5.93 in HS and TS, respectively, showing that TS accelerates the onset of *rigor*, however, higher meat acidification occurred in HS. In respect of colour, the SM had significant effect ($P<0,05$) in L^* value (lightness), so that the L^* value in TS (29.58) was smaller than in HS (32.40). However, sex had no effect on L^* values. The SM and sex had no effect on: colour, a^* values (redness), with means of 13.69 to 14.72, b^* values (yellowness), from 0.34 to 0.68 and in cooking loss (24.93 to 32.33%). Shear force (SF) (toughness) was higher ($P<0,05$) in HS (5.04 kgf/g) than in TS (3.97 kgf/g).

The SM had effect on biochemical reactions p.m. However, about colour, capybara meats from HS were brighter and had higher SF than TS. However, samples with SF of 5.04 kgf/g are considered tender.

Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) and Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

3 Introdução

A necessidade de novas fontes protéicas para a população humana é de grande interesse social, pois atualmente as fontes de proteína animal disponíveis encontram-se concentradas predominantemente na exploração de bovinos, suínos e aves. Nesse contexto, a utilização racional da fauna silvestre é um processo benéfico, que pode resultar em vantagens econômicas, sociais e ao mesmo tempo proteger as espécies silvestres da extinção. Os fatores responsáveis pela redução da fauna são: a) a caça de subsistência, que apesar de sua grande importância na sobrevivência de populações ribeirinhas e tribos indígenas, tende a conduzir ao extermínio de espécies; b) a caça comercial, onde a matança de animais acontece de acordo com a exigência do mercado (carne, pele ou couro, plumas, ou ainda, animais vivos) e c) a destruição dos habitats para dar lugar a exploração agropecuária.

Entre as propostas de utilização da fauna silvestre de forma racional e integrada, estão a criação dos animais em cativeiro, a implantação da caça esportiva em fazendas com criatórios de animais silvestres, a implementação de um plano de manejo extensivo, o turismo ecológico, a exploração integrada de animais silvestres com o gado e o aproveitamento e o beneficiamento de terrenos marginais (Ajayi, 1995). Os animais silvestres podem se transformar em fontes renováveis de produtos de grande rentabilidade, contribuindo para a produção de alimentos e concorrendo, em custo de produção, com os animais domésticos (Torres, 1990). O número de criatórios comerciais de animais silvestres no Brasil tem aumentado nos últimos anos, especialmente nos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, sendo as carnes comercializadas em restaurantes, churrascarias e “boutiques de carnes” dos grandes centros urbanos (Nogueira Filho, 1996).

Dessa forma, a capivara surge como a espécie de mamífero sul-americana com o maior potencial zootécnico para a produção de carne e couro. Atualmente, o mercado consumidor de carne tem se mostrado bastante receptivo ao consumo de carne de capivara e de outros animais silvestres e exóticos. Apesar da existência de uma alta demanda pela carne de capivara nos grandes centros, assim como a possibilidade de abertura de novos mercados, especialmente o mercado externo, os estudos a respeito de suas propriedades físico-químicas são escassos.

As características físico-químicas da carne são parâmetros importantes na determinação de sua qualidade e estão associados a aspectos sensoriais considerados pelo consumidor no momento da compra, tais como: brilho, coloração, maciez, suculência e aroma. Essas características são determinantes na aceitação global do corte e do tipo de carne, além de determinarem a frequência com que o consumidor vai adquirir esse produto. As características de qualidade de carne apresentam variações que estão relacionados a vários fatores: método de abate (Pollard et al., 2002; Hoffman & Ferreira, 2000; Hoffman, 2000); espécies (Jardim, 2001; Onyango et al., 1998); idade de abate (Prado, 1999); peso de abate (Souza, 2001; Vergara et al., 1999); sexo (Bonagurio, 2001); manejo pré-abate (Purchas et al., 1999; Bressan, 1998; Culau, 1991) e manejo *post mortem* (Bressan, 1998). Esses fatores influenciam a extensão e a velocidade da glicólise, bem como o valor de pH final. Em situações anormais, o pH final de carnes vermelhas pode ser igual ou mais elevado do que 6,2 (carne escura, seca e dura) e essa carne tem vida-de-prateleira curta. Por outro lado, também em situações anormais, o pH da carne pode apresentar um rápido declínio (valores iguais ou inferiores a 5,8, 1 h *post mortem*), que associado à temperatura de carcaça elevada (36 °C) causa desnaturação protéica, baixa capacidade de retenção de água, coloração pálida,

superfície com exudato e baixa aptidão para a transformação (Forrest et al., 1979).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento das reações bioquímicas *post mortem* (declínio de pH e pH final); a cor; a perda de peso por cozimento (PPC) e a maciez (força de cisalhamento) em carnes de capivaras submetidas a duas modalidades de abate (humanitário e por tiro na região temporo-ocipital).

4 Material e Métodos

4.1 Material

Foram utilizadas 20 capivaras (13 machos e 7 fêmeas) com peso médio de 45,71 kg, provenientes de um mesmo zoológico, abatidas em julho de 2001. As amostras foram cedidas pela empresa Pró-Fauna Assessoria e Comércio Ltda, registrada no IBAMA sob o nº 1-35-93-0848-0, com sede em Iguape (SP).

4.2 Tratamentos

No desembarque, as capivaras foram separadas aleatoriamente em dois lotes de 10 animais e cumpriram tempo de descanso de 24 h em baias coletivas. O primeiro lote foi submetido ao abate humanitário (MH) (Decreto nº 2244 de 04/06/1997), em que os animais foram insensibilizados (300 V, 2 A por 5 segundos) e sangrados após 15 segundos. O segundo lote de animais foi submetido ao método de abate por tiro na região temporo occipital (MT) e, após 10 minutos, foram conduzidos ao abatedouro. A partir dessas operações, os animais seguiram na linha de abate, na qual foram realizados: sangria, escaldagem (60 °C), pelagem, evisceração, inspeção, serragem longitudinal da carcaça e resfriamento a 4 ± 1 °C.

4.3 Análises laboratoriais

4.3.1 Avaliação bioquímica

As leituras de pH foram realizadas no músculo *longissimus dorsi* (LD), às 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 24 h *post mortem* (p.m.), com auxílio de um potenciômetro digital portátil (Digimed M DM20) equipado com eletrodo de inserção, com resolução de 0,01 unidades de pH. O aparelho foi calibrado em solução tampão

de pH 4,0 e pH 6,86. Foram obtidas três leituras para cada horário, sendo utilizado, na análise estatística, o valor médio desses resultados.

4.3.2 Coleta de amostras

As amostras para as determinações da cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram coletadas da porção torácica do músculo LD (porção cranial do corte denominado “carré”) das meias-carcaças esquerda e direita. Depois serem devidamente embaladas em papel alumínio e identificadas, as amostras foram colocadas em sacos plásticos e congeladas a $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises. No momento das análises, as amostras foram descongeladas em câmara a $3,5\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.3.3 Avaliações físicas

A cor das amostras foi avaliada pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$, 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, M CR-300b), calibrado para um padrão branco em ladrilho (Bressan, 1998). As amostras foram seccionadas, expondo-se a superfície do corte ao ar por um período de 30 min, antes da leitura. As leituras foram realizadas em três fatias, cortadas no sentido transversal do músculo LD, sendo que em cada fatia foram analisados três pontos distintos. O valor médio desses resultados foi utilizado na análise estatística.

A PPC foi determinada conforme descrição de AMSA (1978). As amostras foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica (Hobart-Dayton M 14239), embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ até atingirem a temperatura interna de $72\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. A temperatura foi monitorada com auxílio de um termômetro digital. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre peso

inicial e final das amostras correspondeu à PPC. As análises foram realizadas em triplicata.

Após a determinação da PPC, as amostras cozidas foram utilizadas para a análise de FC. Foram retirados 3 cilindros de carne por fatia, de tamanho homogêneo, com auxílio de uma faca afiada, totalizando em torno de 9 cilindros por amostra experimental. Os cilindros, livres de gorduras e nervos, foram retirados no sentido da fibra. A FC foi registrada em texturômetro, acoplado a uma probe Warner-Bratzler, numa escala variando de 0 a 10 (Wheeler & Koohmaraie, 1994).

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 2x2, sendo dois métodos de abate (MA): o método humanitário (MH) e o método por tiro (MT), e dois sexos (macho e fêmea). Os resultados foram analisados através do 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 cor, PPC e FC foi:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + S_j + (MS)_{ij} + P + E_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = observação no músculo *longissimus dorsi* de capivaras abatidas pelo método i , do sexo j ;

μ = média geral do experimento;

M_i = efeito do método de abate i , sendo $i = 1, 2$;

S_j = efeito do sexo j , sendo $j = 1, 2$;

$(MS)_{ij}$ = efeito da interação do método de abate i com o sexo j ;

P = covariável de peso ao abate;

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

Para a análise estatística de pH utilizou-se o delineamento em blocos casualizados numa estrutura em parcelas subdivididas no tempo (hora de medida), tendo os fatores sexo como blocos e o método de abate como parcelas. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de regressão pelo programa estatístico Table Curve v. 2.03 (Jandel Scientific, incorporation) e Fcalc 32 for Windows V.11.

O modelo experimental para as medidas de pH foi:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + E_{ik} + T_j + (MT)_{ij} + S_k + E_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor de pH do método de abate i , no horário de medição j , no sexo k ;

μ = constante associada a todas as observações;

M_i = efeito do método de abate, sendo $i = 1, 2$;

E_{ik} = erro associado ao valor de pH do método de abate i , no sexo k , sendo $k = 1, 2$;

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

$(MT)_{ij}$ = efeito da interação entre o método de abate i e o horário de medição do pH j ;

S_k = efeito do sexo k , sendo $k = 1, 2$;

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

5 Resultados e Discussão

5.1 Declínio do pH *post mortem*

Os dados de pH permitiram traçar curvas de regressão, que se ajustaram com os coeficientes de determinação (R^2) de 84% e 85% para os métodos de abate humanitário (MH) e tiro (MT), respectivamente, e de 77% e 83% para os sexos machos (M) e fêmeas (F), respectivamente. As curvas de pH encontradas mostraram comportamento exponencial (Figura 3), com uma queda de pH mais acentuada nas primeiras 5 h *post mortem*, seguida de tendências de estabilização.

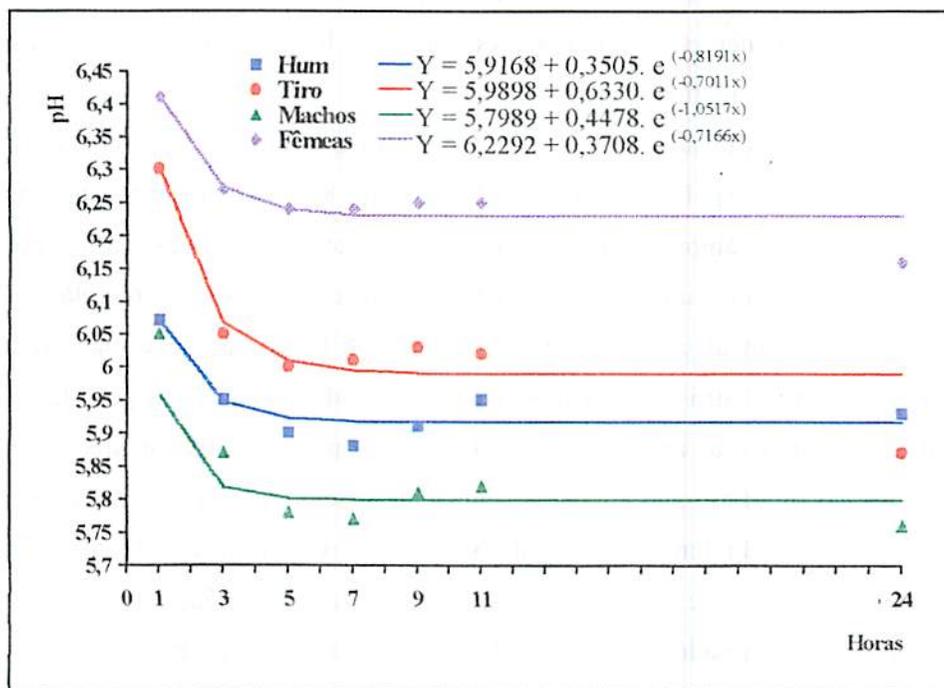


FIGURA 3 Valores de pH do músculo LD de capivaras.

A análise de variância mostrou efeito significativo ($P < 0,01$) do método de abate e do sexo sobre os valores de pH (Tabela 1A). Esses resultados discordam dos dados obtidos por Jardim (2001); Souza (2001) e Vergara et al. (1999), que relataram semelhanças nos valores de pH entre M e F. As F apresentaram pH maior que 6,1 ao longo das 24 h p.m., enquanto nos M, valores médios de 5,78 foram observados às 5 h *post mortem*. Isso demonstrou que houve uma baixa extensão da glicólise nas fêmeas. Como no pré-abate os animais foram submetidos a tratamentos semelhantes, o fator estresse pré-abate (esgotamento das reservas de glicogênio) não pode ser atribuído ao elevado pH encontrado nas F. Entretanto, na evisceração, foi observado que algumas fêmeas estavam gestando, e como essa condição desencadeia um maior requerimento por nutrientes, possivelmente esse maior requerimento determinou uma menor taxa de reserva energética muscular, resultando em baixa extensão na glicólise no *post mortem* e pH final elevado (24 h p.m.).

Com relação ao declínio de pH em capivaras, Jardim (2001) relatou valores elevados de pH (superior a 6,2 nas primeiras 8 h p.m., e de 5,94 a 6,04 às 24 h p.m.). Esse autor descreveu que no pré-abate os animais viajaram por distância longa e que, uma vez nas baias de descanso, os mesmos apresentaram-se agitados e, em alguns casos, foram observadas brigas (as baias não eram individuais). Em outro trabalho subsequente, realizado em capivaras por Miguel (2002) na tentativa de anular os efeitos de estresse pré-abate, os animais foram abatidos nas próprias baias em que eram mantidos (sem transporte e sem jejum), por tiro na região temporo-ocipital. Nesse caso, o pH médio de 5,89 foi observado às 4 h., e de 5,74 às 24 h *post mortem*. Na transformação do músculo em carne, os pesquisadores adotam o pH de 5,9 como indicativo da instalação do *rigor mortis*, uma fase bioquímica que na carne determina a instabilidade das membranas celulares e a conseqüente ação das enzimas (catepsinas) responsáveis parcialmente pela maciez da carne (Forrest et al., 1979). Com isso,

fica explícito que, no trabalho de Jardim (2001), realmente os animais foram abatidos em condição fisiológica de estresse e que os animais da espécie capivara, quando não submetidos a condições adversas (Miguel, 2002), mostram declínio de pH semelhante ao observado em outras espécies convencionais, como suínos (com pH de 5,6-5,7 às 6-8 h *post mortem*, segundo Roça & Serrano (1994)) e ovinos (5,8 às 8 h *post mortem*, segundo Prado (1999)).

Com relação à modalidade de abate, embora os animais tenham sido submetidos ao mesmo tratamento pré-abate, foram observados valores mais elevados de pH nas primeiras 12h p.m. no MT (Figura 3). Possivelmente, as reservas de glicogênio nos animais submetidos ao abate convencional tenham sido reduzidas em decorrência do choque elétrico (insensibilização) (Pardi et al., 1993) e da liberação de adrenalina (fase de luta e fuga), resultando na velocidade de instalação do *rigor* mais rápida no MH em relação ao MT. Entretanto, o pH final no MH (5,93) foi superior ao observado no MT (5,87). Esses dados, por sua vez, demonstram que o grupo de animais do MT possivelmente, no momento do abate, tenham apresentado maiores reservas de glicogênio do que os animais do MH.

Com o objetivo de determinar os efeitos do manejo pré-abate sobre alguns parâmetros de qualidade da carne de cervos (*Cervus elaphus*), Pollard et al. (2002) compararam animais abatidos a tiro (no campo) com outros submetidos às operações do abate comercial (humanitário). Nas três medidas de pH realizadas após o abate (semanas 0, 3 e 5), nos dois músculos estudados, os autores observaram que o pH do abate por tiro mostrou-se mais elevado que no método humanitário.

No presente trabalho, o pH final médio foi de 5,93 no MH e de 5,87 no MT. Esses valores de pH estão acima do intervalo considerado adequado de acidificação da carne, que vai de 5,4-5,8 segundo Prändal et al. (1994). Em

bovinos, Forrest et al. (1979) consideram valores de pH final normal entre 5,5 e 5,8.

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

As médias dos valores dos componentes de cor L^* , a^* e b^* do músculo LD de capivaras estão apresentadas na Tabela 6. A análise de variância não identificou efeitos significativos entre os valores médios dos índices de cor a^* e b^* (Tabela 2A). Isso demonstrou que o valor a^* (teor de vermelho) e o valor b^* (teor de amarelo) foram semelhantes entre capivaras M e F e entre capivaras abatidas pelos métodos MH e MT. O fator sexo não influenciou os resultados de L^* (luminosidade). Entretanto, houve diferença ($P < 0,05$) entre os valores do índice de L^* entre capivaras abatidas pelo MH e MT.

TABELA 6 Médias e erros padrão (EP) dos teores de L^* , a^* e b^* encontrados no músculo LD de capivaras.

	Sexo		Método de Abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
L^*	$31,89^a \pm 0,72$	$30,09^a \pm 1,00$	$29,58^b \pm 0,90$	$32,40^a \pm 0,85$
a^*	$14,08^a \pm 0,75$	$14,32^a \pm 1,03$	$14,72^a \pm 0,93$	$13,69^a \pm 0,88$
b^*	$0,34^a \pm 0,27$	$0,68^a \pm 0,37$	$0,35^a \pm 0,33$	$0,67^a \pm 0,31$

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

No método MH foram observadas amostras de carne mais escuras (29,58) do que aquelas verificadas no MT (32,40). Em capivaras, Jardim (2001) e Miguel (2002) relataram médias de luminosidade mais elevadas (34,28 e 34,76, respectivamente). Considerando os dois métodos de abate desse estudo, o

esperado seria que no MT a carne se apresentasse mais escura do que no MH devido a uma menor eficiência da sangria, entretanto isso não aconteceu. Em impalas (carne vermelha) abatidas por tiro, Hoffman (2000) encontrou valores de luminosidade variando de 28,78 a 29,66, ou seja, um L^* semelhante ao verificado no MH, no presente trabalho.

O teor de luminosidade apresenta variações entre diferentes espécies: em avestruz, Paleari et al. (1998) relatam médias de 36,73; em bovinos adultos, Picallo et al. (1998) citam médias entre 23,98 a 25,64; em bovinos jovens (novilhos), Pereira et al. (2001) citam L^* de 41,8-42,3; em ovinos, Souza (2001) reporta valores de 32,89 a 35,25, e Bonagurio (2001), médias de 35,30 a 38,88; em suínos, Silveira (1997) reporta L^* de 49,05 a 50,21; em coxas de frango, Norkus et al. (2001) citam L^* de 43,04; e em peitos de frango, Contreras (1995) relata valores médios de 46,4-49,7. Comparando os resultados do presente trabalho com os dados dos diferentes autores citados, observa-se que a luminosidade em carne de capivaras apresenta valores inferiores aos observados em suínos e aves, consideradas carnes de coloração mais clara (L^* variando de 43,04 a 50,21). Essa comparação mostra que o músculo LD de capivaras apresenta teor de luminosidade que se aproxima dos verificados para carnes vermelhas de impalas, bovinos e ovinos (variação de 28,78 a 41,8).

A média do índice L^* encontrado no músculo LD de capivaras abatidas pelo MT na região temporo-ocipital foi maior (32,40) que a média no MH (29,58). Isso demonstrou que a carne dos animais abatidos por MT se apresenta com um teor de luminosidade mais elevado (mais claras) em relação aos abatidos pelo MH. Essa diferença pode ser justificada pela extensão menor da glicólise nos animais abatidos pelo MH, cuja média de pH final foi mais elevada (5,93) do que nos animais abatidos por MT (5,87). Quando o animal é submetido a estresse por período prolongado no pré-abate, e isto resulta num pH final elevado (maior que 5,8), a atividade das citocromoxidases, encontradas nas

mitocôndrias, torna-se maior, resultando em um consumo maior de oxigênio e num aumento da concentração de mioglobina desoxigenada, responsável pela cor escura da carne (Sarantopoulos & Pizzinato, 1991). Os valores de pH final observados no presente trabalho são superiores à faixa considerada adequada para uma acidificação adequada da carne (entre 5,4 a 5,8) (Prändal et al., 1994).

Os teores médios de vermelho (a^*), no presente trabalho, variaram de 13,43 a 14,74, com média de 14,18. Em lombos de capivaras, são reportados valores de 9,64-12,77 (Jardim, 2001) e de 14,39-19,25 (Miguel, 2002). Em animais silvestres, são reportadas médias de índice a^* de 16-20 para cervos (Pollard et al., 2002); de 11,42 para impalas (Hoffman, 2000); e de 22,84 para avestruzes (Paleari et al., 1998). Em espécies domésticas, foram relatados teores de vermelho de 5,50-5,94 em suínos (Silveira, 1997); de 10,0-18,01 em ovinos (Prado, 1999; Souza, 2001); de 15,5 em bovinos Nelore (Pereira et al., 2001); de 1,9-3,0 em peitos de frangos (Contreras, 1995); e de 8,53 em coxas de frangos (Norkus et al., 2001). Comparando os resultados obtidos pelos diferentes autores, é possível estabelecer que a carne de capivara do presente trabalho assemelhou-se às carnes vermelhas, cujos teores de vermelho (índice a^*) foram superiores em relação às carnes brancas.

Os teores de amarelo (índice b^*) do presente estudo variaram de 0,65 a 0,73. Em capivaras, são reportadas variações nos índices de b^* de 1,31-2,50 (Jardim, 2001) e de 0,04-2,07 (Miguel, 2002). Em espécies de caça, foram citados teores de b^* de 6,57 em avestruzes (Paleari et al., 1998) e de 7,0-7,62 em impalas (Hoffman, 2000). Em relação aos índices de amarelo nas espécies domésticas, foram reportadas médias mais elevadas por Contreras (1995); Norkus et al. (2001); Silveira (1997) e Pereira et al. (2001) para peitos de frangos (4,1-5,6); coxas de frangos (6,14); suínos (5,80-6,53) e bovinos Nelore (13,8). Em geral, o teor de amarelo avalia os pigmentos carotenóides depositados na gordura da carne. Possivelmente, os reduzidos valores de b^*

obtidos sejam consequência do baixo teor de gordura que caracteriza as carnes de animais silvestres (Sinclair & O’Dea, 1990).

Comparando os dados do presente trabalho com os encontrados na literatura para outras espécies, observa-se que a carne de capivara apresentou índices de luminosidade baixos e teores de vermelho elevados, assemelhando-se a carnes de bovinos e ovinos (carnes vermelhas).

5.3 Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC)

A análise de variância não identificou efeito dos MA e do sexo sobre os valores de PPC no músculo LD de capivaras (Tabela 6A). Também não houve efeito do sexo sobre a FC (Tabela 4A). Entretanto, o MA influenciou ($P < 0,05$) a FC de forma que no MH foi observado menor FC (3,97kgf/g) do que no MT (5,04kgf/g). As médias de PPC e FC do músculo *longissimus dorsi* de capivara estão apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7 Médias e erros padrão (EP) para os valores de PPC e FC do músculo LD de capivaras.

	Sexo		Método de Abate	
	Macho	Fêmea	Humanitário	Tiro
PPC (%)	29,05 ^a ± 2,11	28,21 ^a ± 3,32	24,93 ^a ± 3,03	32,33 ^a ± 2,46
FC (kgf/g)	4,43 ^a ± 0,26	4,58 ^a ± 0,36	3,97 ^b ± 0,33	5,04 ^a ± 0,31

Médias seguidas da mesma letra são estatisticamente iguais entre si pelo teste de t ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$). Nas linhas, letras minúsculas para diferenciar os fatores sexo e método de abate.

Os valores de PPC no presente estudo variaram de 24,93 a 33,84%. Em LD de capivaras são reportados valores de 32,27% (Jardim, 2001) e de 29,87%

(Miguel, 2002). Em outras espécies de animais silvestres e exóticos, são relatados valores, para a PPC, de 23,48-24,48% em impalas (*Aepyceros melampus*), por Hoffman (2000); de 21,9% em zebras, de 36,4% em oryx (*Oryx beisa*) (Onyango et al., 1998); e de 36,81-44,13% em camelos (Dawood 1995). Em espécies domésticas, foram descritas médias de PPC de 33,80% em coelhos (Castellini et al., 1999); de 38,23-40,48% em bovinos (Lesiów & Ockerman, 1998); de 38,23-40,48% em ovinos abatidos aos 15, 25, 35 e 45kg (Prado, 2000); de 27,17-36,63% em suínos (Silveira, 1997); e de 27,2% em aves (Bressan, 1998). A comparação entre os dados de capivaras e as variações descritas na literatura revela que a PPC em capivaras mostrou valores próximos aos valores relatados para ovinos e suínos. Forrest et al. (1979) descreveram que a PPC em animais de açougue pode variar entre valores de 20% a 40%. Entre os fatores que podem interferir nos resultados da PPC de amostras de uma mesma espécie, estão: as diferentes metodologias de cocção (banho-maria ou chapa) e preparo da amostra (retirada de tecidos conjuntivos e depósitos de gorduras) e as categorias de pesos ao abate, em que os animais apresentam diferentes percentuais de gordura na carcaça (Souza, 2001; Schönfeldt et al., 1993).

As carnes de animais abatidos pelo MH (3,97 kgf) foram mais macias do que no MT (5,04 kgf). Esses resultados contrariam a afirmação de que a velocidade de instalação do *rigor mortis* influencia na qualidade da carne de tal forma que, segundo Pardi et al. (1993), quanto maior o pH final, maior a dureza na carne. Por outro lado, os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com as observações de Silva et al. (1999), que encontraram valores de FC superiores nas carnes de pH normal (pH igual 5,7) em relação às FC em carnes DFD moderado (pH igual 6,1) e DFD (pH maior que 6,5) e atribuíram esses resultados à maior atividade das calpainas em valores de pH próximos à neutralidade.

Em capivaras, são relatados valores (kgf/g) de FC de 4,94-5,50 (Jardim, 2001); de 5,16 (Miguel, 2002) e de 4,30-4,70 (Saldanha, 2000). Em cervos, são relatadas médias de FC de 8-12 kgf/g por Pollard et al. (2002). Em ovinos Santa Inês puros, foram encontrados valores de 6,07-17,17 kgf por Bonagurio (2001). A carne é classificada como macia quando a FC atinge valores de até 8 kgf; é considerada aceitável quando esses valores estão entre 8 kgf e 11 kgf; e passa a ser considerada dura com valores acima de 11 kgf (Bickerstaffe et al., 1997). Considerando os limites propostos, e segundo os valores de FC da carne de capivara neste experimento, esta pode ser considerada macia.

A maciez é um assunto muito contraditório e as divergências nos resultados observados de FC ocorrem por inúmeros motivos, entre eles: manejo empregado no pré-abate; temperatura pré-abate; instalação do *rigor mortis*, instalação e extensão da glicólise, músculo utilizado, manejo pós-abate, condições de acondicionamento, tempo empregado no processo de cocção e metodologia (Prado, 1999).

6 Conclusões

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, é possível inferir que:

- O método de abate por tiro retarda a instalação do *rigor mortis*, entretanto proporciona maior acidificação da carne;
- Na coloração, o método de abate por tiro ocasiona carnes mais claras do que no método convencional. Entretanto, os outros componentes da cor não são alterados pelo método de abate;
- A perda de peso por cozimento não foi afetada pelos métodos de abate e pelo sexo;
- O método convencional de abate proporciona carnes mais macias do que o método por tiro. Porém, em ambos os métodos a carne foi macia, considerando os limites de FC adotados na literatura.

7 Referências Bibliográficas

- AJAYI, S. S. La ordenación sostenible de los recursos silvestres: el caso de Africa. In: FAO. **Sistemas de realización de la ordenación florestal sostenible**. Roma: FAO, 1995. p. 87-109.
- AMSA. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: AMSA, 1978.
- BICKERSTAFFE, R.; LE COUTER, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: **INTERNACIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 43., 1997, Auckland. Anais... Auckland: ICOMST, 1997.
- BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BRESSAN, M. C. **Efeitos dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.
- CASTELLINI, C.; DAL BOSCO, A.; BERNARDINI, M. Effect of dietary vitamin E supplementation on the characteristics of refrigerated and frozen rabbit meat. **Italian Journal Food Science**, Torino, v. 11, n. 2, p. 151-161, 1999.
- CONTRERAS, C. J. C. **Efeitos do atordoamento elétrico, estimulação elétrica e da desossa à quente na qualidade da carne do peito de frango “pectoralis major”**. 1995. 150 p. Tese (Doutorado) – Universidade de Campinas, Campinas, SP.
- CULAU, P. O. V. **Efeito da distância criação-abatedouro e temperatura de descanso pré-abate sobre a qualidade da carne suína**. 1991. 132 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DAWOOD, A. A. Physical and sensory Characteristics of Najdi-Camel Meat. **Meat Science**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 59-69, 1995.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JEDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

HOFFMAN, L. C. Meat quality attributes of night-cropped Impala (*Aepyceros melampus*). **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 30, n. 2, p. 133-137, 2000.

HOFFMAN, L. C.; FERREIRA, A. V. pH decline of the *M. longissimus thoracis* of night-cropped Grey Duiker (*Sylvicapra grimmia*). **South African Journal Animal Science**, Pretoria, v. 30, n. 1, p. 16-17, 2000.

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 Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LESIÓW, T.; OCKERMAN, H. W. Functional and sensory attributes of normal pH values in SM e LD of bull muscles depending on time of cutting and aging. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 44., 1998, Barcelona. Anais... Barcelona: ICOMST, 1998.

MIGUEL, G. Z. **Caracterização da carcaça e da carne de capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em idade adulta**. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NOGUEIRA-FILHO, S. L. G. **Manual de criação de capivaras**. Viçosa: CPT, 1996. 50 p.

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.

ONYANGO, C. A.; IZUMIMOTO, M.; KUTIMA, P. M. Comparison of some physical and chemical properties of selected game meats. **Meat Science**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 117-125, May 1998.

PALEARI, M. A.; CAMISASCA, S.; BERETTA, G.; RENAN, P.; CORISCO, P.; BERTOLO, G.; CRIVELLI, G. Ostrich meat physico chemical

characteristics and comparison with turkey and bovine meat. *Meat Science*, Oxford, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, Mar./Apr. 1998.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação*. Goiânia: Universidade de Goiás, v. 1, 1993. 586 p.

PEREIRA, A. S. C.; SOBRAL, P. J. A.; SILVA, S. L.; LEME, P. R. Características físico-químicas do contra-filé congelado de novilhos nelore (*Bos taurus indicus*) suplementados com vitamina E. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1. , 2001, São Pedro, SP. Anais... São Pedro: CTC/ITAL, 2001.

PICALLO, A. B.; SANCHO, A. M.; MARGARÍA, C. A.; LASTA, J. A. Colour and tenderness relationships in different steer breeds. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44., 1998, Barcelona. Anais... Barcelona: ICOMST, 1998.

POLLARD, J. C.; LITTLEJOHN, R. P.; ASHER, G. W.; PEARSE, A. J. T.; STEVENSON-BARRY, J. M.; MCGREGOR, S. K.; MANLEY, T. R.; DUNCAN, S. J.; SUTTON, C. M.; POLLOCK, K. L.; PRESCOTT, J. A comparison of biochemical and meat quality variables in red deer (*Cervus elaphus*) following either slaughter at pasture or killing at a deer slaughter plant. *Meat Science*, Oxford, v. 60, n. 1, p. 85-94, Jan. 2002.

PRADO, O. V. *Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos*. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PRÁNDAL, O.; FISCHER, A.; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. *Tecnología e higiene de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

PURCHAS, R. W.; YAN, X.; HARTLEY, D. G. The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, Oxford, v. 51, n. 2, p. 135-141, Feb. 1999.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Abate de bovinos: conversão do músculo em carne. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 8, n. 33, p. 7, set./out. 1994.

SALDANHA, T. *Determinação da composição centesimal nos diferentes cortes da carne de capivara (Hydrochoerus hydrochaeris)*. 2000. 105 p.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; PIZZINATO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v. 15, n. 169, p. 50-57, mar. 1991.

SAS INSTITUTE. *SAS user's guide: statistics*. 5. ed. Cary, North Carolina, 1985. 956 p.

SCHÖNFELDT, H. C.; NAUDÉ, R. T.; BOK, W.; van HEERDEN, S. M.; SOWDEN, L. e BOSHOFF, Cooking and juiciness-related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Science*, Oxford, v. 34, n. 3, p. 381-394, 1993.

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

SILVA, J. A.; PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, Oxford, v. 52, n. 4, p. 453-459, Aug. 1999.

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

SOUZA, X. R. *Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento*. 2001. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TORRES, G. C. V. *Bases para o estudo da zootecnia*. Salvador: Centro Ed. e Didático da UFBA, 1990. p. 106-136.

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*, Oxford, v. 52, n. 3, p. 221-226, Nov. 1999.

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 4

Influência dos métodos de abate na qualidade microbiológica da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766).

1 Resumo

ODA, Sandra Helena Inoue. Influência dos métodos de abate na qualidade microbiológica da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.113–129 Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Com o objetivo de avaliar o efeito de dois métodos de abate, humanitário (MH) ou por tiro (MT) na região temporo-occipital, na qualidade microbiológica da carne fresca e refrigerada de capivara, foram utilizados 20 animais com peso médio de 45,71 kg, oriundos do mesmo zoológico. As amostras de carne da região cervical foram conservadas a 4 ± 1 °C e avaliadas diariamente, durante 10 dias, utilizando-se as técnicas de plaqueamento em profundidade para a realização das contagens totais de microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicrófilos, anaeróbios e o Número Mais Provável (NMP) para coliformes totais e fecais. As contagens de microrganismos aeróbios psicrófilos nas amostras provenientes de animais dos dois métodos de abate ultrapassaram o valor de 10^7 UFC/cm² após o 9º dia de estocagem, surgindo os primeiros sinais de deterioração do produto. As contagens de microrganismos aeróbios mesófilos no último dia de estocagem atingiu valores de 6,69 log UFC/cm² nas amostras oriundas do MH e de 6,41 log UFC/cm² no MT. Os valores de coliformes totais na carne de capivara variaram de 1,55 a 6,17 log NMP/cm², e de coliformes fecais, de 0,48 a 2,14 log NMP/cm² ao longo da vida-de-prateleira da carne. As contagens de microrganismos anaeróbios das amostras oriundas do MH mostraram crescimento menor do 3º ao 7º dia de estocagem, porém alcançaram valores superiores no 9º e 11º dia. Esses resultados demonstram que o crescimento da microbiota psicrófila, anaeróbia e de coliformes totais e fecais não foi favorecido pelo método de abate por tiro.

Comitê Orientador: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora) e Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

2 Abstract

ODA, Sandra Helena Inouc. Effect of two slaughter methods in the microbiological quality of capybara meat (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). In: _____ Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766), 2002 p.113-129 Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras.

The aim of this project was to evaluate the effect of two slaughter methods: traditional (TM) or head-shot (HS) in the microbiological quality of fresh and refrigerated capybara meat. A total of 20 animals weighting about 45.71 kg from a common breeding herd were used. Samples from neck muscle were stored (4 ± 1 °C) for 10 days to determine the refrigerated shelf life by mesophilic and psychrotroph, anaerobic, total and faecal coliforms counts. Counts of psychrotroph in both slaughter methods exceeded 10^7 CFU/cm² on day 9, when first signs of spoilage were noted. Total mesophilic plate count reached values of 6.69 log CFU/cm² for TM samples on the last day of storage, and values of 6.41 log CFU/cm² for HS samples. Total coliforms means (log NMP/cm²) in capybara meat changed from 1.55 to 6.17, and faecal coliforms (log NMP/cm²), from 0.48 to 2.14, showing that there was an increase on number of these microorganisms as time goes by. Interpretation of these values indicated that refrigerated capybara meat from both methods studied should be used within 9 days due to spoilage-like appearance resulted of psychrotroph microbial growth on meat. Counts of anaerobic microorganisms from samples of TM showed a lower growth on days 3 and 7 of storage, however they reached higher values on days 9 and 11. These results showed that psychrotroph, anaerobic growth, and total and faecal coliforms values were not aided by HS.

Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Adviser) and Roberta H. Piccoli Valle - UFLA

3 Introdução

A carne de animais silvestres representa a principal fonte de proteínas de origem animal para o consumo humano em alguns lugares do mundo, embora esse tipo de exploração baseado no extrativismo represente grande risco de perdas em biodiversidade. A utilização racional da fauna silvestre como fonte renovável de produtos de grande rentabilidade vem sendo pesquisada intensamente, e sua viabilidade foi demonstrada por estudos com rãs, capivaras e jacarés (Corrêa, 1988; Jardim, 2001; Oblinger et al., 1981).

A exploração racional pode ser feita pela criação dos animais silvestres em criatórios autorizados ou pelo estabelecimento de planos de manejo que garantam a sobrevivência desses em *habitat* natural, com a possibilidade de implementação da caça esportiva para também gerar recursos. Nesse contexto, a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) surge como a espécie de mamífero sul-americana com o maior potencial zootécnico para a produção de carne e couro. Atualmente, o mercado consumidor de carne tem se mostrado bastante receptivo ao consumo de carne de capivara e de outros animais silvestres e exóticos.

No Brasil, a obtenção de carnes de animais silvestres ocorre por abate convencional em abatedouros para animais de pequeno porte, normalmente adaptados aos diferentes animais. Essa prática é aceita e normatizada pela Divisão de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal do Ministério da Agricultura. Entretanto, as normas brasileiras não permitem a obtenção de carnes em fazendas de caça, embora nos documentos da Agenda 21, assinados em 1992, na conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, estejam previstos programas de incentivo para implementação da caça esportiva em fazendas com criatórios de animais silvestres, semelhante ao que é feito e regulamentado em alguns países desenvolvidos. Comparando

essas modalidades, no abate por caça, as operações de atordoamento e sangria são eliminadas, podendo resultar em alterações nas características visuais como cor, qualidade microbiológica e redução da vida-de-prateleira do produto, quando comparado ao abate convencional.

Os músculos de animais vivos são considerados estéreis, pois os glóbulos brancos e anticorpos são eficazes contra os agentes infecciosos. No entanto, imediatamente após o abate e sangria, esse sistema de defesa é perdido e pode ser iniciada a contaminação por diversos invasores. As características da população microbiana existente nos produtos de origem animal são resultantes do meio onde vivem antes do abate e da introdução de organismos durante o processamento e manuseio pós-abate (Hoffmann & Romanelli, 1998).

A carne é definida sob o ponto de vista microbiológico, como uma porção de tecido comestível localizada entre duas regiões muito susceptíveis à contaminação: a parte externa, recoberta por pele, pêlos e ou penas, e a parte interna, onde se localiza o trato gastrintestinal (Grau, 1981). Esse tecido é excelente substrato para o crescimento microbiano, atribuído à sua riqueza em nutrientes, ao seu elevado teor de umidade, 65 a 75%, e pH apropriado (Pardi et al., 1993).

Frente à possibilidade de implantação de fazendas de caça, a preservação da saúde do consumidor e a manutenção da qualidade microbiológica do produto, esse trabalho avaliou o efeito de dois métodos de abate na qualidade microbiológica da carne de capivara.

4 Material e Métodos

4.1 Matéria-prima

Foram abatidas 20 capivaras, sendo 13 machos e 7 fêmeas, com peso médio de 45,71 kg, provenientes do mesmo zoológico, no mês de julho de 2001.

4.2 Métodos de abate

Os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez animais e submetidos a dois métodos de abate: humanitário (MH) e por tiro (MT) na região temporo-occipital. No MH, foi realizado o abate convencional, em que os animais foram insensibilizados por eletroneuroanestesia utilizando a voltagem de 300 V e 2 A, aplicada durante 5 s, submetidos a sangria manual, escaldagem em água à temperatura de 60 °C, pelagem e evisceração. No MT, os animais foram alvejados na região temporo-occipital e conduzidos ao abatedouro para que as operações de sangria, escaldagem, pelagem e evisceração fossem realizadas, de forma semelhante ao abate convencional. Posteriormente, as metacarcaças foram resfriadas à temperatura de 4±1 °C. O abate foi inspecionado por médico-veterinário do SIF.

4.3 Coleta de amostras

As amostras cedidas pela empresa Pró-Fauna, registrada no IBAMA sob o nº 1-35-93-0848-0, em Iguape (SP), consistiam em pedaços de 300 a 350 g de carne da região cervical, retirados das metacarcaças esquerdas, ainda na linha de abate, após as operações de pelagem e evisceração. Esse corte foi escolhido por estimar de forma realista a carga microbiana das carcaças (Yashoda et al., 2000; Sachindra et al., 1998). As amostras foram embaladas em sacos de

polietileno, identificadas e acondicionadas em recipiente isotérmico com gelo e transportadas até o laboratório de microbiologia de alimentos da Universidade Federal de Lavras.

4.4 Análises realizadas

O início das análises aconteceu às 72 h *post mortem*, em decorrência da longa distância e da inviabilidade de realização das mesmas no local de abate, seguido da avaliação diária até o 10^o dia de estocagem. Três amostras obtidas de cada método de abate, escolhidas aleatoriamente, foram utilizadas. Nesse período, as amostras permaneceram em refrigerador doméstico sob temperatura de 4 ± 1 °C. As avaliações de microrganismos mesófilos, psicrotróficos, coliformes totais e fecais e anaeróbios foram realizadas segundo as técnicas descritas por Silva et al. (1997).

4.4.1 Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos

A coleta das amostras para as análises de aeróbios mesófilos e psicrotróficos foi superficial, utilizando-se a técnica de zaragatoa (swab) friccionada em 5 áreas de 10 cm² de cada amostra sorteada. As 5 zaragatoas utilizadas, totalizando uma área amostrada de 50 cm², foram colocadas em erlenmeyer contendo 50 mL de água peptonada.

Na determinação do número de microrganismos mesófilos e psicrotróficos, utilizaram-se placas de ágar PCA como meio de crescimento, incubadas a 35 °C/48 h e 7 °C/7 dias, respectivamente.

4.4.2 Quantificação do Número Mais Provável de coliformes totais e fecais

A coleta das amostras para a quantificação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais foi superficial, utilizando-se a técnica de zaragatoa (swab) friccionada em 5 áreas de 10 cm² de cada amostra sorteada. As

5 zaragatoas utilizadas, totalizando uma área amostrada de 50 cm², foram colocadas em erlenmeyer contendo 50 mL de água peptonada.

Para a determinação do NMP de coliformes totais e fecais foi realizada a semeadura pela técnica dos tubos múltiplos, em triplicata. No teste presuntivo para coliformes totais, foi utilizado o caldo lauril sulfato triptose, com incubação a 37 °C/48 h. No teste confirmatório, foi utilizado o caldo lactose verde brilhante bile 2% para coliformes totais, com incubação a 37 °C/48 h. Para a determinação do NMP de coliformes fecais, utilizou-se a repicagem e incubação em caldo EC (44 °C/48 h) dos tubos com resultado positivo no teste presuntivo de coliformes totais. O cálculo do NMP de coliformes fecais foi feito com base na tabela apresentada em APHA (1992), considerando a presença de gás no caldo como resultado positivo para coliformes fecais, conforme descrição de Silva et al. (1997).

4.4.3 Determinação de microrganismos anaeróbios

Para as determinações de microrganismos anaeróbios, foram retiradas assepticamente 25 g de carne de cada amostra sorteada, homogeneizadas durante 60 segundos com 225 mL de água peptonada 0,1%. A partir desta diluição (10^{-1}) foram preparadas as diluições sucessivas (até 10^{-4}) para as análises microbiológicas, aos 3, 7, 9 e 11 dias de estocagem.

5 Resultados e Discussão

5.1 Microrganismos aeróbios psicrotróficos

Embora não haja recomendações legais para a utilização do número de microrganismos psicrotróficos como índice de qualidade, o mesmo poderia ser amplamente utilizado com essa finalidade, pois são os microrganismos que apresentam maior aptidão para o desenvolvimento em produtos cárneos à temperatura de refrigeração. Com relação a isso, foi observado em ambos os métodos de abate, o desenvolvimento intenso da microbiota psicrotrófica a partir do 4º dia de estocagem (Figura 4), embora as contagens de microrganismos psicrotróficos de amostras obtidas no abate por tiro (MT) tenham se mantido inferiores às contagens do abate humanitário (MH) até o final das análises.

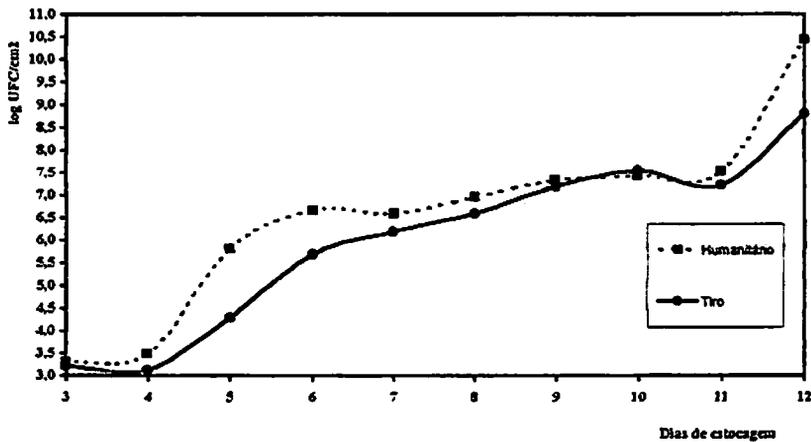


FIGURA 4 Contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos em carne de capivara estocada a 4 ± 1 °C.

Contagens de até 6 log UFC/g de microrganismos psicrotróficos foram estabelecidas como limite aceitável na vida-de-prateleira de carcaças de búfalos, peitos de frangos irradiados, carnes de avestruz, rãs e lulas, por Yashoda et al. (2000), Otremba et al. (1999), Loaiza (1996), Miyagusku & Leitão (2001) e Lapa-Guimarães et al. (2001). Neste estudo, os primeiros sinais de deterioração da carne de capivara: formação de película superficial, aparecimento simultâneo de odores desagradáveis e descoloração do produto, conforme descrição de Noskowa (1978) e Silva & Beraquet (1993), aconteceram quando as contagens de microrganismos psicrotróficos alcançaram valores superiores a 7 log UFC/cm² após o 9^o dia de estocagem, para os dois métodos de abate.

5.2 Microrganismos aeróbios mesófilos

As bactérias aeróbias mesófilas podem ser indicadoras da qualidade e da vida-de-prateleira da carne. Nesse grupo são encontradas bactérias patogênicas e seu número decresce paulatinamente durante o armazenamento refrigerado (Noskowa, 1978). Neste trabalho foram observadas, no 10^o dia de estocagem, contagens de microrganismos aeróbios mesófilos de 6,69 log UFC/cm² para o MH e de 6,42 log UFC/cm² para o MT (Figura 5).

Embora a legislação federal não faça referência a esses microrganismos, a Resolução n^o 13/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos (ABIA, 1985) estabelece, como limite para microrganismos mesófilos, contagens de 6,48 log UFC/g para carnes cruas, frescas, refrigeradas ou congeladas.

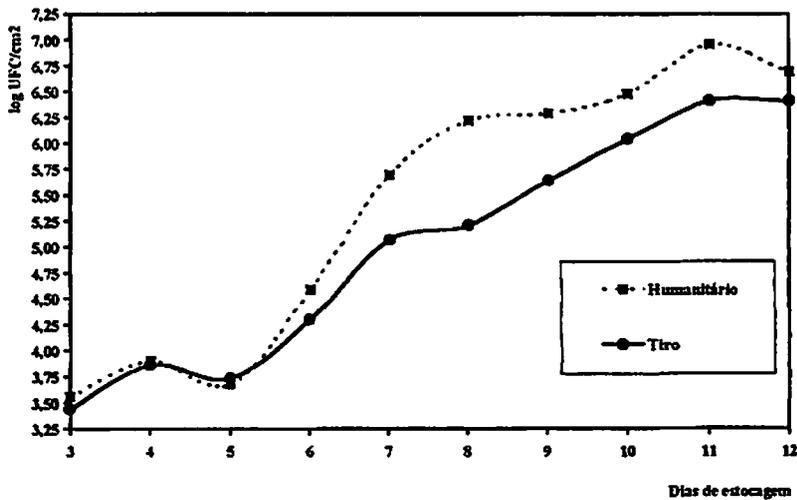


FIGURA 5 Contagens de microrganismos aeróbios mesófilos em carne de capivara estocada a 4 ± 1 °C.

5.3 Microrganismos anaeróbios

O crescimento da microbiota anaeróbica dependerá da intensidade da contaminação e sobretudo, da temperatura e da atividade de água da carne, podendo ocorrer produção de odor desagradável e mucosidade superficial (Pardi et al., 1993).

As duas modalidades de abate estudadas apresentam algumas diferenças, como a eliminação da operação de sangria no MT. Esse fato tem sido a principal justificativa das autoridades sanitárias brasileiras para a inviabilização da implantação das fazendas de caça no Brasil, embora faltem estudos que comprovem que a quantidade de sangue retido na carcaça seja influenciada pelos diferentes métodos de abate (Warris, 1984). Nesse contexto, a intensidade do estresse a que o animal foi exposto no momento do abate será o fator determinante no conteúdo de sangue residual dos músculos, em virtude da

vasoconstrição periférica causada pela ação das catecolaminas liberadas pela medula adrenal (Warris, 1984). Neste trabalho, os animais abatidos pelo MT apresentaram acidificação maior da carne, provavelmente resultado da presença de maiores reservas de glicogênio no momento do abate desses animais.

As contagens de microrganismos anaeróbios deste estudo variaram de 3,11 a 6,82 log UFC/g para o MT e de 3,44 a 7,13 log UFC/g para o MH, demonstrando que houve aumento do número desses microrganismos ao longo do tempo para os dois métodos de abate. Embora a quantidade menor de sangue nas carnes oriundas do MH possivelmente tenha resultado em um crescimento menor desses microrganismos nos primeiros sete dias de estocagem (Figura 6). Além disso, o pH final inferior dos animais abatidos pelo MT provavelmente amenizou o efeito da maior quantidade de sangue residual da carne sobre o crescimento da microbiota anaeróbia.

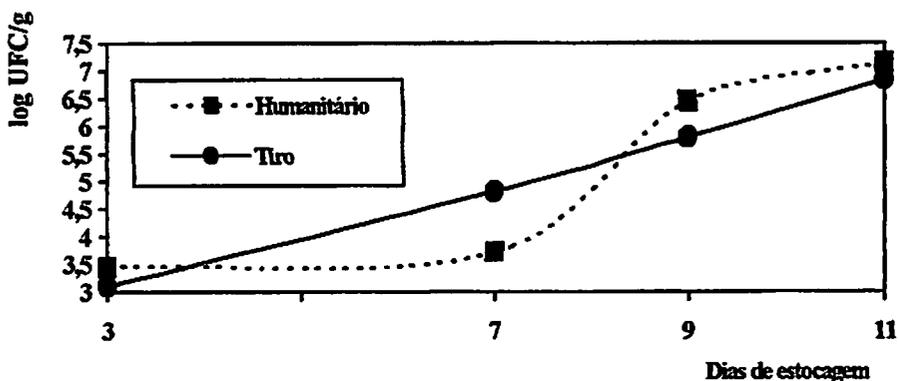


FIGURA 6 Contagens de microrganismos anaeróbios em carne de capivara estocada a 4 ± 1 °C.

5.4 Coliformes totais e fecais

Os resultados da Tabela 8 mostram que as médias de coliformes totais na carne de capivara variaram de 1,55 a 6,17 log NMP/cm² ao longo das análises. Nos padrões microbiológicos brasileiros vigentes não constam parâmetros relativos às bactérias coliformes totais para carnes frescas. Os números elevados de coliformes totais nem sempre são um indicio de contaminação fecal, todavia revelam condições inadequadas de manipulação e armazenamento do produto (Fuzihara & Franco, 1993).

Na Tabela 8 observa-se, ainda, que o NMP de coliformes fecais foi reduzido e variou de 0,48 a 2,14 log NMP/cm² ao longo das análises. A presença de coliformes fecais é considerada como indicativa da presença de bactérias patogências que têm seu habitat no trato gastrointestinal, além de demonstrar manipulação incorreta no processamento, transporte e/ou comercialização (Oliveira & Oliveira, 1997).

TABELA 8 Valores médios do log NMP/cm² de coliformes totais (CT) e fecais (CF) em carne de capivara estocada a 4±1 °C.

Dia de estocagem	Método Humanitário		Método Tiro	
	CT	CF	CT	CF
3	2,07	0,63	2,10	0,48
4	2,18	1,14	1,55	0,48
5	4,06	0,67	1,89	0,48
6	2,71	0,79	3,55	0,94
7	3,04	0,99	3,20	1,14
8	5,57	2,14	4,26	0,48
9	5,77	1,63	4,98	0,48
10	5,24	0,48	4,64	0,48
11	6,17	1,52	5,90	0,48
12	4,97	0,48	5,79	0,48

6 Conclusões

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, é possível inferir que:

- As primeiras alterações sensoriais (deterioração) da carne de capivara aconteceram a partir do 9º dia de estocagem, quando as contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos atingiram valores acima de 7 log UFC/cm² para os dois métodos de abate.
- A provável quantidade menor de sangue residual nas carnes oriundas do método de abate convencional resultou em um crescimento menor da flora anaeróbia nos primeiros sete dias de estocagem em relação ao MT.
- Em termos microbiológicos, o produto torna-se inadequado ao consumo humano quando são atingidas contagens de microrganismos de 5 log UFC/cm². Dessa forma, as carnes de capivaras que foram submetidas aos métodos de abate humanitário ou abate por tiro, armazenadas a 4±1 °C e obtida em frigorífico com SIF, podem ser consideradas viáveis para consumo humano até o 4º dia de estocagem no MH e até o 5º dia no MT.

7 Referências Bibliográficas

APHA. **Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods**. Washington: American Public Health Association, 1992. 914 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS-ABIA. **Compêncio da legislação de alimentos: consolidação das normas e padrões de alimentos**. São Paulo, 1985. v. 1: Atos do Ministério da Saúde.

CORRÊA, A. L. S. **Avaliação composicional de diversas espécies de rãs e efeitos de armazenamento a 18°C, sobre frações protéicas e lipídicas do músculo de rãs touro (*Rana catesbeiana*)**. 1988. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Univeridade de Campinas, Campinas, SP.

FUZHARA, T. O.; FRANCO, B. D. G. M. **Bactérias patogênicas e bactérias indicadoras de higiene em carne suína comercializada em Santo André – São Paulo**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Cmpinas*, v. 13, n. 1, p. 77-88, jan./jun. 1993.

GRAU, F. H. **Role of pH, lactate, and anaerobiosis in controlling the growth of some fermentative Gram-negative bacteria on beef**. *Applied Environmental Microbiology*, Washington, v. 42, n. 6, p. 1043-1050, June 1981.

HOFFMANN, F. L.; ROMANELLI, P. F. **Análise microbiológica da carne de jacaré do Pantanal (*Caiman crocodilus yacare*)**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 18, n. 3, p. 258-264, ago./out. 1998.

INSAUSTI, K.; BERIAIN, M. J.; PURROY, A.; ALBERTI, P.; GORRAIZ, C., ALZUETA, M. J. **Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere**. *Meat Science, Oxford*, v. 57, n. 3, p. 273-281, Mar. 2001.

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 Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LAPA-GUIMARÃES, J.; FELÍCIO, P. E.; CONTRERAS GUZMÁN, E. S. **Alterações químicas e microbiológicas em músculo de lulas (*Loligo plei*)**

durante o armazenamento em gelo. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001. Campinas, SP. Anais... Campinas: SLACA, 2001.

LOAIZA, J. F. U. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de carne de rã (*Rana catesbeiana*) estocada sob refrigeração e congelamento. 1996. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de viçosa, Viçosa, MG.

MIYAGUSKU, L.; LEITÃO, M. F. F. Avaliação microbiológica e sensorial da vida útil de cortes de peito de frango irradiados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro, SP. Anais... São Pedro: CTC/ITAL, 2001.

NOSKOWA, G. L. Microbiologia das carnes conservadas por el frio. Zaragoza: Acribia, 1978. 111 p.

OBLINGER, J. L.; KENNEDY, J. E.; MC DONALD, E. D.; WEST, R. L. Microbiological analysis of alligator (*Alligator mississippiensis*) meat. *Journal Food Protection*, Ames, v. 44, n. 2, p. 98-99, Feb. 1981.

OLIVEIRA, V. M.; OLIVEIRA, G. A. Contribuição ao estudo da qualidade da carne de rã fresca (*Rana catesbeiana*). *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 11, n. 49, p. 31-35, maio/jun. 1997.

OTREMBIA, M. M.; DIKEMAN, M. E.; BOYLE, E. A. E. Refrigerated shelf life of vacuum-packaged, previously frozen ostrich meat. *Meat Science*, Oxford, v. 52, n. 3, p. 279-283, July 1999.

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

SACHINDRA, N. M.; SAKHARE, P. Z.; RAO, D. N. Reduction in microbial load on buffalo meat by hot water dip treatment. *Meat Science*, Oxford, v. 48, n.1/2, p. 149-157, Jan./Feb. 1998.

SILVA, J. A.; BERAQUET, N. J. Extensão da vida-de-prateleira do “*tensor da fascia lata*” da carcaça bovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 13, n. 1, p.94-102, 1993.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos. São Paulo: Ed. Varela, 1997. 295 p.

WARRIS, P. D. Exsanguination of animal at slaughter and the residual blood content of meat. *The Veterinary Record*, London, v. 115, p. 292-295, 1984.

YASHODA, K. P.; SACHINDRA, M. M.; SAKHARE, P. Z.; NARASIMIA RAO, D. Microbiological quality of hygienically processed buffalo carcasses. *Food Control*, Oxford, v. 11, n. 3, p. 217-224, June 2000.