

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO E EMPREGO DE  
TÉCNICAS MOLECULARES NA DETECÇÃO  
DA MACIEZ DA CARNE BOVINA**

**TESE DE DOUTORADO**

**Jackeline Karsten Kirinus**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**



**CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO E EMPREGO DE  
TÉCNICAS MOLECULARES NA DETECÇÃO DA  
MACIEZ DA CARNE BOVINA**

**Jackeline Karsten Kirinus**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de concentração Qualidade dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**Orientador: Prof. Dr. José Laerte Nörnberg**

**Santa Maria, RS, Brasil.**

**2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Kirinus, Jackeline Karsten  
Caracterização do consumo e emprego de técnicas  
moleculares na detecção / Jackeline Karsten Kirinus.-  
2013.  
232 p. ; 30cm

Orientador: José Laerte Nörnberg  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2013

1. Bovino 2. Consumidor 3. Questionários 4. RT\_qPCR  
5. SNPs I. Nörnberg, José Laerte II. Título.

---

© 2013

Todos os direitos autorais reservados a Jackeline Karsten Kirinus A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: [jackeline.kirinus@gmail.com](mailto:jackeline.kirinus@gmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO E EMPREGO DE TÉCNICAS  
MOLECULARES NA DETECÇÃO DA MACIEZ DA CARNE BOVINA**

elaborada por  
**Jackeline Karsten Kirinus**

como requisito parcial para obtenção do  
**Grau de Doutor em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**José Laerte Nörnberg, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Andrea Cristina Dörr, Dra. (UFSM)**

---

**Luciana Pötter, Dra. (UFSM)**

---

**Maurício Reis Bogo, Dr. (PUC - RS)**

---

**Alexandre Nunes Motta de Souza, Dr. (IFF - São Vicente do Sul)**

Santa Maria, 27 de setembro de 2013.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade de chegar até aqui, por todas as graças e bençãos recebidas em cada dia da minha vida.

Aos meus pais, Glademar e Margareth Kirinus e meu irmão Herison, que sempre estiveram presentes, me apoiando em todas as etapas de minha vida. Agradeço pelas orações, pelo amor, carinho e pelos incentivos.

Ao César Teixeira, meu amor, amigo, conselheiro e companheiro de todas as horas. Cada dia que vivemos juntos, cada experiência e aprendizado foram muito importantes para o desenvolvimento de todas as atividades realizadas durante esta jornada.

Aos pais do César: Ademar Pauletto e Dione Sachet, pelo carinho, conselhos e orações sempre recebidas. Também, aos irmãos do César: Fernando Pauletto e Rafael Teixeira, que sempre estiveram presentes, e me acolheram em suas casas durante as viagens até Porto Alegre, juntamente com a Melissa e Manuela.

Ao professor José Laerte Nörnberg, professor e orientador, pela paciência e tranquilidade, pessoa ao qual sempre acreditei nas minhas idéias e me deu liberdade para o desenvolvimento dos trabalhos realizados.

Ao professor Maurício Reis Bogo, um exemplo de pessoa e profissional. A este devo a confiança em minha capacidade como pesquisadora. Foi uma das pessoas que ajudou a despertar em mim o interesse pela pesquisa e pela docência, principalmente pela forma admirável como aconselha e auxilia seus alunos e colegas.

À professora Andrea Cristina Dörr, que sempre esteve presente, me ajudando em todas as análises estatísticas, apoiando cada idéia e acreditando no resultado das atividades propostas para execução deste trabalho. Além do estímulo ao desenvolvimento desta tese e dos fundamentais ensinamentos que contribuíram de forma incomensurável ao longo da pesquisa.

À professora Luciana Pötter, pelos conselhos e oportunidades, por acreditar nos meus projetos; além de ser um exemplo de pessoa e profissional, é para mim, uma "mãe de coração".

Ao professor Carlos Sañudo, pesquisador esplêndido, de caráter e conduta admirável, que tive o privilégio de conviver por um período durante a realização do doutorado sanduíche realizado na Espanha.

À todos os amigos que adquiri durante doutorado e que fizeram parte dessa conquista contribuindo para o desenvolvimento dos experimentos, entre eles: Ana Paula Burin Freut, Luiza Kist, Talita Pereira, Giovana de Oliveira e Edom de Ávila Fabrício.

À todos os colegas, amigos e professores do laboratório NIDAL, CITA e UNIZAR por todos os momentos vividos, de trabalho e amizade.

Aos demais familiares, entre eles: avós [Gladis Kirinus (*in memoriam*) e Anália Karsten], tios (José Piveta, Mara Kirinus e Maria Cristina Kirinus), primos (Camille Reghelin, Pedro Reghelin, Bruno Piveta, Mateus Piveta, Gabriela e Thaís), além dos amigos que sempre estiveram na torcida para o sucesso das atividades.

E por fim, meu agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de estudos de Doutorado (demanda social) e Doutorado Sanduíche no Exterior (PSDE).

“SENHOR, tu me sondaste, e me conheces.

Tu sabes o meu assentar e o meu levantar; de longe entendes o meu pensamento.

Cercas o meu andar, e o meu deitar; e conheces todos os meus caminhos.

A palavra ainda não me chegou a língua, e tu, Senhor, já a conheces toda.

Por trás e pela frente me envolves e pões sobre mim a tua mão.

Tal ciência e sabedoria é para mim maravilhosíssima; tão alta que não a posso atingir.

Para onde me irei, longe do teu espírito, ou para onde fugirei da tua presença?

Se subir ao céu, lá tu estás; se desço ao abismo, aí te encontro.

Se utilizo as asas da aurora para ir morar nos confins do mar,

até lá a tua mão me guiará e a tua destra me susterá...”

**Salmo 139 – Senhor tu me conheces:**



## **RESUMO**

Tese de doutorado  
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO E EMPREGO DE TÉCNICAS MOLECULARES NA DETECÇÃO DA MACIEZ DA CARNE BOVINA**

Aluna: Jackeline Karsten Kirinus  
Orientador: Prof. Dr. José Laerte Nörnberg  
Co-orientador: Renius de Oliveira Mello

O setor bovino forma hoje uma importante cadeia produtiva, com forte interação principalmente aos setores ligados ao agronegócio, genética, comércio e cultura. Os objetivos desta tese foram caracterizar o consumo de carne bovina na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, e utilizar métodos moleculares para a detecção do nível de expressão de genes de maciez (calpaína e calpastatina) em diferentes músculos bovinos e pesquisar SNPs (polimorfismo de um único nucleotídeo) com vistas à definição de qualidade do produto cárneo e de mercados consumidores mais exigentes. Foi observado que o perfil dos consumidores de carne bovina da população estudada está diretamente relacionado com os aspectos culturais e as condições socioeconômicas, o que influencia o processo de comercialização. Ainda, como resultados preliminares, não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativas na expressão dos genes da calpaína e calpastatina dos diferentes músculos analisados. Foi encontrado um SNP que modifica um sítio de união de um possível microRNA, podendo alterar a estabilidade do RNA, e logo ter efeito sobre o caráter da maciez da carne bovina. Tendo em vista a necessidade do mercado consumidor em avaliar a carne produzida, faz-se necessário conhecer as características econômicas do produto a ser consumido, assim como padronizar e implementar técnicas mais sofisticadas para a avaliação da textura e maciez da carne.

**Palavras-chaves:** Bovino. Consumidor. Questionários. RT\_qPCR. SNPs.



## **ABSTRACT**

Tese de doutorado  
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

### **CHARACTERIZATION OF CONSUMPTION AND EMPLOYMENT MOLECULAR TECHNIQUES IN THE DETECTION OF TENDERNESS BEEF**

Author: Jackeline Karsten Kirinus  
Adviser: Prof. Dr. José Laerte Nörnberg  
Co-adviser: Renius de Oliveira Mello

The beef sector today forms an important supply chain, with strong interaction mainly to sectors related to agribusiness, genetic, commerce and culture. The objectives of this thesis were to characterize the consumption of beef in the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, and to use molecular methods for detecting the level of expression of genes of tenderness (calpain and calpastatin) in different muscles bovine and search SNPs (single nucleotide polymorphism) aimed at defining quality meat product and markets consumers demanding. It was observed that the profile of consumers of beef population is directly related to the cultural aspects and socioeconomic conditions, which influence the commercialization process. Still, as preliminary results did not show statistically significant differences in gene expression of calpain and calpastatin of different muscles analyzed. Found a SNP that modifies a site of a possible union of microRNA, may alter the stability of the RNA, and then have an effect on the character of the tenderness of beef. Considering the need of the consumer market in assessing meat produced, it is necessary to know the economic characteristics of the product to be consumed, as well as standardize and implement more sophisticated techniques for evaluating the texture and tenderness of the meat.

**Key words:** Bovine. Consumer. Questionnaires. RT\_qPCR. SNPs.



## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA**

TABELA 1 – Número de cabeças bovinas por unidade de federação do Brasil.....	38
TABELA 2 – Principais características das enzimas proteolíticas .....	54
TABELA 3 – Definições sensoriais de diferentes termos de textura aplicados à carne. ....	60
TABELA 4 – Principais marcadores moleculares relacionados com a maciez da carne bovina .....	73

### **CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE CARNE BOVINA**

TABELA 1 – População de Santa Maria, Proporções dos estratos e amostra proporcional ...	78
TABELA 2 – População, proporção e amostra para cada centro de ensino da UFSM .....	79

#### **Artigo 3.2.3.1.1 - Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil**

Table 1. Stratification of the types of beef consumed according to the social and economic characteristics of the elderly population .....	88
Table 2. Characteristics of the beef and their influences in purchasing decision.....	89

#### **Artigo 3.2.3.1.2 - Consumo de carnes por estudantes dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil**

Tabela 1. População, proporção e amostra para cada centro de ensino da UFSM.....	96
Tabela 2. Proporção de alunos que consomem preferencialmente as carnes de bovino, frango, suíno, peixe e ovino nos respectivos centros de ensino da UFSM.....	97

#### **Artigo 3.2.3.1.3 - A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS**

Tabela 1. População de Santa Maria, proporções dos estratos e amostra proporcional .....	104
Tabela 2. Estatísticas básicas das variáveis referentes à população em geral .....	106
Tabela 3. Estatísticas básicas das variáveis referentes aos estudantes .....	106
Tabela 4. Resultados do modelo de regressão do consumo dos estudantes segundo a variável dummy .....	108

Tabela 5. Coeficientes de assimetria e curtose e resultados do teste de Jarque-Bera para o resíduo da regressão .....	109
---	-----

Tabela 6. Resultados da regressão corrigida pelo procedimento dos erros padrão robustos de White.....	109
---	-----

#### **Artigo 3.2.3.1.4 - Relação entre faixas de renda e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil**

Tabela 1. Caracterização dos entrevistados por renda pessoal ou familiar em salários mínimos, idade e estudo em anos.....	116
---	-----

Tabela 2. Corte de carne bovina de preferência dos consumidores .....	117
---	-----

Tabela 3. Corte de carne bovina mais consumida pelos entrevistados .....	118
--	-----

Tabela 4. Atributo que influencia o local de compra da carne bovina pelos entrevistados conforme a renda familiar ou pessoal em salários mínimos .....	119
--	-----

Tabela 5. Relação dos primeiros cortes que o consumidor estaria disposto a pagar mais pela certificação da maciez da carne bovina em faixas de reais .....	120
--	-----

Tabela 6. Caracterização do consumo semanal e do valor pago em reais por quilograma de carne bovina conforme a renda pessoal ou familiar em salários mínimos dos entrevistados.....	121
---	-----

#### **Artigo 3.2.3.1.5 - Caracterização dos consumidores com elevada ingestão de carne bovina na região sul do Brasil**

Tabela 1. Características das variáveis ativas e passivas de cada cluster .....	139
---	-----

### **CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL DE EXPRESSÃO DOS GENES DA CALPAÍNA E CALPASTATINA EM DIFERENTES MÚSCULOS BOVINOS**

Tabela 1 – Sequência dos primers utilizados no experimento piloto na PUCRS .....	148
--	-----

Tabela 2 – Identificação laboratorial dos animais .....	149
---	-----

Tabela 3 – Valores médios e desvios padrões obtidos com as análises de qRT-PCR.....	154
---	-----

### **CAPÍTULO 4 – ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS GENES CALPAÍNA (*CAPN1*) E CALPASTATINA (*CAST*) NA DUREZA DA CARNE BOVINA**

#### **Artigo 3.4.1.1 - A new single nucleotide polymorphism in the *calpastatin* (*CAST*) gene associated with beef tenderness**

Table 1. Experimental animal design, number of animals, slaughter weight, age and meat maximum stress of the studies used in this work .....	183
--	-----

Table 2. Information on the SNP genotyped for CAPN1 and CAST genes. Primer sequence, amplification size (AS), annealing temperature (Tann), restriction enzyme (Re) and PCR-RFLP pattern for each allele for each SNPs .....	184
Table 3. Polymorphisms found in CAPN1 and CAST genes from genomic DNA. ....	186
Table 4. Polymorphisms found in CAST genes from cDNA .....	187
Table 5. Numbers of animals for each genotype and allelic frequencies for CAPN1 and CAST gene and breeds.....	188
Table 6. Least square means and standard error for gender (breed) and diet x breed effects in data of <i>M. Longissimus thoracis</i> shear force at 7 days of post-mortem aging.....	189
Table 7. Type III test of the fixed genotype x breed and least square means and standard error for genotype x breed pair-wise comparasions of the CAST polymorphisms in data of <i>M. Longissimus thoracis</i> shear force at 7 days post-mortem aging.....	190
Table 8. Type III test of the fixed effect haplotype (breed) and least square means and standard errors for haplotype (breed) pair-wise comparisons of the CAST haplotypes in data of <i>M. Longissimus thoracis</i> shear force at 7 days post-mortem aging. ....	191
<b>Supplementary Table S1</b> Primer sequence, amplification size (bp), annealing temperature to amplify the total <i>CAST</i> transcript variant 2 length (GenBank acc. number NM_174003) .....	192
<b>Suplementary Table S2</b> Linkage disequilibrium analyses with PLINK software. Linkage disequilibrium values between each pair of SNPs are shown. The pairs of SNPs in bold, show a high degree of linkage disequilibrium.....	193



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

FIGURA 1 – Previsão global de carnes segundo a USDA 2013.....	36
FIGURA 2 – Diferentes fases do processo de conversão do músculo em carne.....	47
FIGURA 3 – Esquema do processo de transformação do músculo em carne. ....	48
FIGURA 4 – Diagrama esquemático dos domínios da $\mu$ -calpaína e m-calpaína, na espécie humana, segundo a sequência em aminoácidos; e da m- calpaína determinada a partir da estrutura cristalográfica mostrando seis domínios.....	52
FIGURA 5 – Estrutura genômica do gene da calpastatina, a relação dos 34 exons (numerada 29 mais 1XA, 1XB, 1a, 1z, e 1u).....	53
FIGURA 6 – Características que determinam a qualidade sensorial de um alimento.....	57
FIGURA 7 – Cabines individuais utilizadas para teste de painelistas treinados na Universidade de Zaragoza (UNIZAR), Espanha .....	63
FIGURA 8 – Grill elétrico e termômetro utilizados para cozimento e verificação da temperatura interior das amostras de carne valoradas nos testes de análise sensorial em estudos realizados pela Universidade de Zaragoza (UNIZAR), Espanha. ....	63
FIGURA 9 – Como interpretar o sumário de país Angus consolidado do Mercosul .....	69

### CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE CARNE BOVINA

#### **Artigo 3.2.3.1.1 - Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil**

Figure 1. Equation for sampling calculation.....	87
--	----

#### **Artigo 3.2.3.1.3 - A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS**

Figura 1. Distribuição de frequência da quantidade de carne bovina consumida pelos não estudantes.....	107
Figura 2. Distribuição de frequência da quantidade de carne bovina consumida pelos estudantes.....	107
Figura 3. Histograma dos resíduos da regressão estimada, onde Density = densidade; Residuals = residual.....	108

### **CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL DE EXPRESSÃO DOS GENES DA CALPAÍNA E CALPASTATINA EM DIFERENTES MÚSCULOS BOVINOS**

FIGURA 1 – Tubo e bastão de vidro utilizados na maceração dos tecidos musculares .....	150
FIGURA 2 – Valores da razão entre as absorbâncias medidas a 260 e 280 nm e quantidade em $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ de RNA de cada amostra a ser utilizada na síntese de cDNA.....	151
FIGURA 3 – Teste da sensibilidade e especificidade dos <i>primers</i> .....	152
FIGURA 4 – Expressão do gene da calpaína (exon 9) nos músculos de interesse.....	154
FIGURA 5 – Expressão do gene da calpaína (intron 17) nos músculos de interesse. ....	155
FIGURA 6 – Expressão do gene da calpastatina nos músculos de interesse.....	155

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – Formulário estruturado aplicado na coleta de dados para a caracterização do consumo da carne bovina. ....	213
ANEXO 2 – Declaração de finalização do estágio de doutorado-sanduiche realizado no Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, Espanha. ....	214
ANEXO 3 – Declaração de participação dos trabalhos e artigos oriundos do do estágio de doutorado-sanduiche realizado no Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, Espanha. ....	215
ANEXO 4 – Capítulo publicado no livro “Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados” .....	216



## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ADP</b>	Adenosina difosfato
<b>ATP</b>	Adenosina trifosfato
<b>BSA</b>	Soro albumina bovina
<b>°C</b>	Graus celsius
<b>CAAE</b>	Certificado de apresentação para apreciação ética
<b>CAST</b>	Gene da calpastatina
<b>CAPN</b>	Gene da calpaína
<b>cDNA</b>	Ácido desoxirribonucléico complementar
<b><i>cryab</i></b>	Gene da chaperona $\alpha$ B-cristalina
<b>Ct</b>	Ciclo limiar ( <i>Threshold cycle</i> )
<b>DMSO</b>	Dimetilsulfóxido
<b>DNA</b>	Ácido desoxirribonucléico
<b><i>dnaja1</i></b>	Gene da chaperona responsável pelo empacotamento protéico e apoptose celular
<b>dNTP</b>	Desoxirribonucleotídeos trifosfatados
<b><i>HSP</i></b>	<i>Heat shock protein</i> (proteínas do choque térmico)
<b><i>hspb1</i></b>	Gene da chaperonina B1
<b>HSP40</b>	Proteínas de choque térmico
<b>HSP70</b>	Proteínas de choque térmico
<b>H<sub>2</sub>O/DEPC</b>	Água ultra pura /dimetil pirocarbonato
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IFM</b>	Índice de fragmentação miofibrilar
<b>Kg</b>	Quilograma
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MAS</b>	Marcadores moleculares por seleção assistida
<b>MgCl<sub>2</sub></b>	Cloreto de magnésio
<b>min</b>	Minuto
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>mM</b>	Milimolar
<b>nm</b>	Nanômetros
<b>mRNA</b>	Ácido ribonucléico mensageiro
<b>pb</b>	Pares de base
<b>PCR</b>	<i>Polymerase chain reaction</i> (reação em cadeia da polimerase)
<b>PUCRS</b>	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
<b>pH</b>	Potencial hidrogeniônico
<b>RT_qPCR</b>	Reação em cadeia da polimerase em tempo real
<b>RFLP</b>	Restriction fragment length polymorfism (Polimorfismo no comprimento de fragmentos de restrição)
<b>RNA</b>	Ácido ribonucléico

<b>RPM</b>	Rotações por minuto
<b>RT</b>	Enzima transcriptase reversa
<b>Seg</b>	Segundos
<b>SNP</b>	Polimorfismo de um nucleotídeo
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (Pacote Estatístico para as Ciências Sociais)
<b>UFSM</b>	Universidade Federal de Santa Maria
<b>U</b>	Unidade
<b>µg</b>	Micrograma
<b>µL</b>	Microlitro
<b>µM</b>	Micromolar

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>31</b>
<b>APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>33</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Capítulo 1 - Revisão de literatura .....</b>	<b>35</b>
3.1.1 Situação da carne bovina .....	35
3.1.1.1 Situação mundial da carne bovina .....	35
3.1.1.2 Situação brasileira da carne bovina .....	37
3.1.1.3 Sanidade animal.....	40
3.1.1.4 Contexto da carne bovina no agronegócio brasileiro .....	41
3.1.1.5 Aspectos tradicionais e culturais no consumo de carne bovina.....	43
3.1.2 Tecidos e propriedades musculares .....	44
3.1.3 Processo de amaciamento e conversão do músculo em carne.....	45
3.1.3.1 <i>Rigor mortis</i> .....	48
3.1.3.2 Acidificação do tecido muscular .....	49
3.1.3.3 Maturação .....	49
3.1.3.4 Sistemas proteolíticos .....	49
3.1.3.4.1 Calpaína.....	51
3.1.3.4.2 Calpastatina .....	52
3.1.4 Atributos de qualidade da carne bovina .....	54
3.1.4.1 Nutricionais .....	55
3.1.4.2 Sensoriais.....	57
3.1.4.2.1 Cor .....	58
3.1.4.2.2 Flavor.....	59
3.1.4.2.3 Odor.....	59
3.1.4.2.4 Sabor.....	59
3.1.4.2.5 Textura.....	60
3.1.5 Métodos de avaliação da maciez da carne bovina.....	62
3.1.5.1 Sensorial .....	62
3.1.5.2 Textura.....	64
3.1.5.3 Moleculares .....	64
3.1.6 Marcadores moleculares relacionados com a maciez da carne bovina .....	66
3.1.6.1 Calpaína .....	66
3.1.6.2 Calpastatina .....	67
3.1.6.3 Chaperoninas (heat shock proteins, HSP) .....	69
3.1.6.4 Leptina .....	70
3.1.6.5 Kits comerciais .....	71

3.1.6.6 Perspectivas genômicas.....	71
<b>3.2 Capítulo 2 - Caracterização do consumo de carne bovina .....</b>	<b>74</b>
3.2.1 Introdução .....	74
3.2.2 Material e métodos.....	75
3.2.2.1 Amostragem.....	75
3.2.2.2 Grupo de entrevistados do calçadão Salvador Isaías .....	77
3.2.2.3 Grupo de idosos .....	77
3.2.2.4 Consumidores em supermercados distribuídos pelos bairros da cidade.....	78
3.2.2.5 Estudantes de graduação dos diferentes centros de ensino da UFSM .....	79
3.2.3 Resultados e discussão .....	80
3.2.3.1 Artigos científicos.....	81
3.2.3.1.1 Artigo científico publicado na Revista Pubvet (Londrina), v. 7, n. 14, Ed. 237, Art. 1564, Julho de 2013. Em Inglês. (ISSN 1982-1263).....	82
<b>Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil.....</b>	<b>82</b>
Abstract .....	82
Resumo.....	83
Introduction .....	83
Materials and methods .....	85
Results and discussion.....	87
Conclusions .....	91
Acknowledgements .....	91
References .....	91
3.2.3.1.2 Artigo científico publicado na Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET), v.11, n.11, p. 2511 - 2517, jun., 2013. (ISSN 2236-1170).....	94
<b>Consumo de carnes por estudantes dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.....</b>	<b>94</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>94</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>94</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>95</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>96</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>97</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>98</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
3.2.3.1.3 Artigo científico publicado na Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET), v.11, n. 11, p. 2479 - 2492, jun., 2013. (ISSN 2236-1170).....	101
<b>A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS ..</b>	<b>101</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>101</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>101</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>102</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>103</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>106</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>

3.2.3.1.4 Artigo aceito na Revista de Monografias Ambientais - REMOA/UFSM (E-ISSN 2236-1308), trabalho aceito, 2013.....	113
<b>Relação entre faixas de renda e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil.....</b>	<b>113</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>113</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>113</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>114</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>114</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>115</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>121</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>122</b>
3.2.3.1.5 Artigo a ser submetido na Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria (ISSN 1699-6887). .....	125
<b>Caracterização dos consumidores com elevada ingestão de carne bovina na região sul do Brasil.....</b>	<b>125</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>125</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>126</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>126</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>128</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>129</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>131</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>136</b>
<b>3.3 Capítulo 3 - Caracterização do nível de expressão dos genes da calpaína e calpastatina em diferentes músculos bovinos.....</b>	<b>144</b>
3.3.1 Introdução.....	144
3.3.2 Material e métodos .....	145
3.3.2.1 Coleta das amostras .....	145
3.3.2.2 Experimento genotípico realizado na PUCRS.....	146
3.3.2.2.1 Extração de RNA total.....	146
3.3.2.2.2 Síntese de cDNA (transcrição reversa) e amplificação do DNA.....	147
3.3.2.2.3 Teste dos <i>primers</i> .....	147
3.3.2.2.4 Aplicação da técnica de RT_qPCR .....	148
3.3.2.2.5 Análise estatística .....	148
3.3.3 Resultados e discussão.....	149
3.3.3.1 Coleta das amostras .....	149
3.3.3.2 Extração de RNA total.....	149
3.3.3.3 Síntese de cDNA (transcrição reversa) e amplificação do DNA.....	150
3.3.3.4 Teste dos <i>primers</i> .....	151
3.3.3.5 Aplicação da técnica de RT_qPCR .....	152
3.3.4 Conclusões do capítulo 3.....	156
<b>3.4 Capítulo 4 - Estudo da influência dos genes calpaína (CAPN1) e calpastatina (CAST) na dureza da carne bovina .....</b>	<b>157</b>
3.4.1 Artigo científico.....	157

3.4.1.1 Trabalho aceito na revista Meat Science (ISSN 0309-1740). Disponível em: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005500">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005500</a> .....	158
<b>A new single nucleotide polymorphism in the <i>calpastatin</i> (CAST) gene associated with beef tenderness .....</b>	<b>158</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>159</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>160</b>
<b>2. Materials and Methods .....</b>	<b>161</b>
<b>3. Results and Discussion .....</b>	<b>167</b>
<b>Acknowledgments.....</b>	<b>176</b>
<b>References .....</b>	<b>177</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>197</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>211</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte representa grande importância econômica para o Brasil, com aproximadamente 203 milhões de cabeças (USDA, 2013). Ao que tudo indica, deverá se fortalecer nessa posição nos próximos anos, consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, como elemento importante para o país por sua inserção no mercado mundial de carne bovina.

O setor bovino forma hoje uma importante cadeia produtiva, com forte interação dos setores ligados ao agronegócio, genética, comércio, cultura e turismo, sendo um dos segmentos produtivos que mais oferece oportunidades de trabalho, conquistando posição de destaque na economia nacional e mundial.

Diversos programas de avaliação genética de bovinos de corte do Brasil têm sido empregados, principalmente com ênfase às características reprodutivas, de crescimento e de avaliação visual. Contudo, características de carcaça, como o grau de textura e maciez não são rotineiramente contempladas nesses programas, provavelmente, em razão das dificuldades de mensuração.

Neste sentido, a utilização das técnicas de biologia molecular podem complementar os métodos tradicionais de análise da qualidade da carne produzida, visando à seleção de animais e, conseqüentemente, mercados consumidores. Assim, tendo em vista a necessidade do mercado consumidor em avaliar a carne produzida, faz-se necessário conhecer as características econômicas do produto a ser consumido, assim como padronizar técnicas mais sofisticadas para a avaliação da textura e maciez da carne.

Este estudo constitui-se uma ferramenta de grande importância, visto que as carnes com melhor qualidade poderão ser comercializadas em mercados consumidores de maior exigência, comprovando a qualidade obtida no frigorífico a partir dos parâmetros zootécnicos aplicados no campo.

Dentre os usos potenciais deste trabalho, destaca-se:

1. Caracterização do consumo de carne bovina na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil;
2. Utilização de métodos moleculares para a detecção do nível de expressão de genes de maciez na carne bovina e pesquisa de SNPs (polimorfismo de um único nucleotídeo), com vistas à definição de qualidade do produto cárneo e de mercados consumidores mais exigentes.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar o consumo de carne bovina na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), Brasil e empregar técnicas moleculares com vistas à definição de qualidade do produto cárneo.

### 2.2 Objetivos específicos

- avaliar como as características econômicas e sociais influenciam o consumo de carne bovina na população idosa na cidade de Santa Maria, RS, Brasil;
- determinar quais são os tipos de carnes mais consumidos pelos alunos dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brasil;
- verificar se existe diferença entre os hábitos de consumo de carne bovina dos estudantes da UFSM e o restante da população de Santa Maria, RS, Brasil;
- relacionar a renda assim como, caracterizar outros fatores que determinam e influenciam o consumo de carne bovina na população de Santa Maria, RS, Brasil;
- identificar quais as variáveis socioeconômicas que possuem maior influencia sobre a demanda por carne bovina, mais precisamente, sobre a demanda de cortes bovinos específicos consumidos pela população de Santa Maria, RS, Brasil;
- padronizar a detecção do nível de expressão dos genes da calpaína (*CAPN1*) e calpastatina (*CAST*) em diferentes músculos bovinos, mediante o uso da técnica de PCR quantitativo em tempo real (RT-qPCR), com a finalidade de encontrar um músculo bovino que tenha menor valor agregado no produto cárneo e que possa ser utilizado em experimentos de expressão gênica como uma alternativa ao m. *longissimus dorsi*;
- caracterizar os diferentes SNPs dos genes *CAPN1* e *CAST* responsáveis pela maciez das raças estudadas através da técnica de PCR-RFLP, e o estudo da possível associação dos mesmos com a maciez da carne bovina.



## APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO

Com a propósito de facilitar o entendimento das atividades desenvolvidas durante o período de doutorado, a tese será dividida em quatro capítulos assim distribuídos:

- 3.1 Capítulo 1 – Revisão de literatura

A partir desta revisão foi publicado um capítulo de livro (anexo 4):

- KIRINUS, J.K.; MELLO, R.O.; NÖRNBERG, J.L. Uma análise sobre o mercado e a qualidade da carne bovina brasileira. **Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados**. 1 ed. Curitiba : Appris, 2012, v.1, p. 137- 146. Impresso, ISBN: 9788581920276.

- 3.2 Capítulo 2 – Caracterização do consumo de carne bovina

Este capítulo deu origem a um artigo publicado na revista Pubvet (ISSN 1982-1263):

- KIRINUS, J. K.; ZULIAN, A.; MELLO, R. O.; DÖRR, A. C.; NÖRNBERG, J. L. Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil. **Pubvet** (Londrina), v. 7, n. 14, Ed. 237, Art. 1564, Julho de 2013. Em Inglês.

Também, foram publicados dois artigos na revista Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (ISSN 2236-1170):

- KIRINUS, J. K.; FABRICIO, E.A.; FRUET, A. P. B.; DÖRR, A. C.; MELLO, R. O.; NÖRNBERG, J. L. Consumo de carnes por estudantes dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2511 - 2517, 2013.
- GUERRA, R. R.; KIRINUS, J. K.; DÖRR, A. C.; NÖRNBERG, J. A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2479 - 2492, 2013.

Ainda foi publicado um artigo na Revista de Monografias Ambientais - REMOA/UFSM (E-ISSN 2236-1308).

- KIRINUS, J. K.; FRUET, A. P. B.; KINGLER, A. P.; DÖRR, A. C.; NÖRNBERG, J. L. Relação entre as faixas de rendas e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil. **REMOA/UFSM**, v. 12 n. 12, p. 2776 – 2784, 2013.

Ademais, será submetido um artigo na Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria (ISSN 1699-6887):

- KIRINUS, J. K.; SAÑUDO, C.; DÖRR, A. C.; NÖRNBERG, J. L. Caracterização dos consumidores de alto nível de carne bovina do sul do Brasil. **Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria**.
- 3.3 Capítulo 3 – Caracterização do nível de expressão dos genes da calpaína (*CAPN1*) e calpastatina (*CAST*) em diferentes músculos bovinos

Estas análises foram realizadas a partir de um estudo piloto, visando a implementação e padronização das técnicas moleculares no Brasil.

- 3.4 Capítulo 4 – Estudo da influência dos genes calpaína (*CAPN1*) e calpastatina (*CAST*) na dureza da carne bovina

Estes trabalhos foram resultados do Estágio de Doutorado Sanduíche no Exterior financiado pelo Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PDSE-CAPES, processo número 5145-11-2) realizado durante o período de setembro de 2011 a agosto de 2012.

A partir destes estudos foi aceito um trabalho na revista Meat Science (ISSN 0309-1740). Os três primeiros autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento do trabalho (†), como segue abaixo:

- CALVO, J. H.†; IGUACEL, L. P.†; KIRINUS, J. K.†; SERRANO, M.M; RIPOLL, G.; CASASUS, I.; JOY, M.; PEREZ-VELASCO, L.; SARTO, P.; ALBERTI, P.; BLANCO, M. A new single nucleotide polymorphism in calpastatin (*CAST*) gene associated with beef tenderness. **Meat Science**, 2013 (aceito).

## **3 DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 Capítulo 1 - Revisão de literatura**

Este capítulo tem por objetivo relatar a situação da carne bovina no contexto mundial e no Brasil, bem como os sistemas de comércio desta cadeia. Serão discutidas as propriedades musculares da carne bovina, processos relacionados com a transformação do músculo em carne e atributos de qualidade do referido produto. Posteriormente, serão relatados alguns métodos utilizados para a avaliação da maciez e os principais marcadores moleculares da calpaína e calpastatina já descritos na literatura.

A elaboração de um amplo marco conceitual é fundamental para a localização e definição do ambiente teórico no qual está inserida a proposta da tese de doutorado. Os conceitos definidos contribuem para as análises das atividades propostas, além de possibilitar uma relação com os agentes econômicos responsáveis pela sistema estudado.

#### **3.1.1 Situação da carne bovina**

A cadeia produtiva da carne é composta por vários setores que vão desde a fabricação do alimento oferecido ao animal e o treinamento de profissionais qualificados (Médicos Veterinários, Zootecnistas, Engenheiros Agrônomos, Administradores, entre outros), até empresas de consultoria em sistemas de comércio exterior e abatedouros frigoríficos.

Assim, no contexto da globalização os níveis de exigências e desafios são cada vez maiores; e as oportunidades de crescimento e desenvolvimento serão de poucos países. Neste contexto, o Brasil apresenta um grande potencial para continuar como o “celeiro do mundo”.

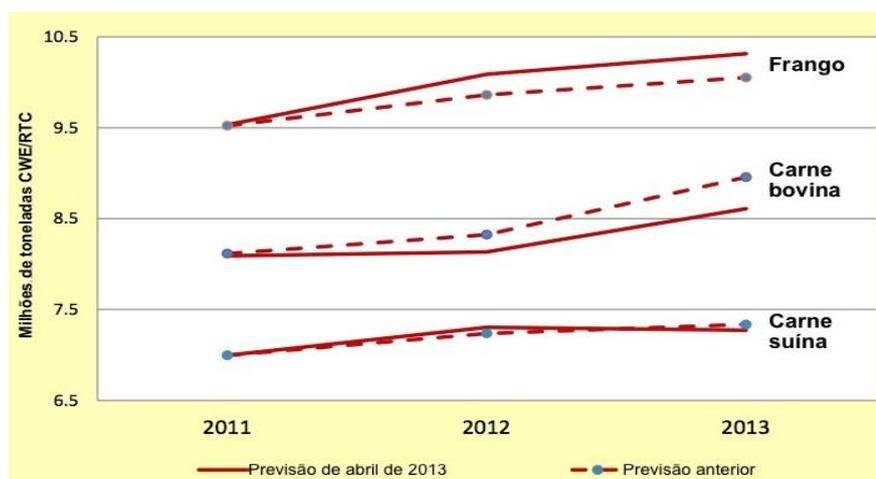
##### **3.1.1.1 Situação mundial da carne bovina**

Durante a década de 1990, na Europa observou-se um decréscimo na disponibilidade de carne bovina, com exceção da Noruega, Portugal e República da Irlanda (TRICHOPOULOU, 2002). Esta diminuição foi atribuída às mudanças dos padrões de preferência do consumidor e as crises de segurança que emergiram com o aparecimento da doença “vaca louca”, definida como Encefalite Espongiforme Bovina (BSE), juntamente com a falta de informação dos meios de comunicação e perda da capacidade de resposta inicial ao setor de carnes.

No entanto, apesar da queda na oferta global de carne bovina, os sistemas de produção sofreram mudanças para manter a qualidade do produto final e o bem estar animal. Outro acontecimento marcante no processo de produção de carnes foi o estabelecimento, em 1967, da “Comissão de Bem-estar de Animais de Produção” (Farm Animal Welfare Advisory Committee – FAWAC), que deu origem, em 1979, ao “Conselho de Bem-estar dos Animais de Produção” (FAWC). O FAWC ficou internacionalmente conhecido ao divulgar as chamadas “cinco liberdades”, que constituem a referência mínima para várias legislações, são elas: 1) Livres de Fome, Sede e Desnutrição, 2) livres de desconforto, 3) livres de dor, injúria e doença, 4) livres para expressar um comportamento normal e 5) livres de medo e estresse negativo.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2013), estima-se que a produção global de carne bovina em 2013 ficará praticamente inalterada em relação à estimativa de outubro de 2012, o qual era de 57,257 milhões de toneladas, podendo chegar a 57,527 (aumento de 0,5% de 2012 para 2013), principalmente devido a uma acentuada baixa para a Índia, o que poderá ser compensado pelo aumento de uma série de outros países.

Apesar de ainda ser previsto um recorde, as exportações mundiais tiveram uma queda de 355 mil toneladas em comparação ao ano anterior (o qual era 8,6 milhões de toneladas). O principal motivo foi a grande redução na expectativa das exportações da Índia (Figura 1). Por outro lado, o USDA fez revisões de alta para Brasil e Austrália. A demanda de importação no leste da Ásia, particularmente na China e Hong Kong, está mais forte, enquanto outros importantes mercados estão mais fracos, devido ao menor consumo (México) ou ao aumento da produção (Coreia do Sul).



**Figura 1** – Previsão global de carnes segundo a USDA 2013.

Legenda: CWE = equilavente peso carcaça; RTC = pronto para cozinhar.

Fonte: Traduzido de USDA, 2013.

Ainda quanto as exportações, pode-se observar um estreitamento nas competições entre Índia e Brasil. Atualmente a Índia lidera o ranking nas exportações mundiais (1,7 milhões de toneladas); em segundo lugar encontra-se o Brasil, com 1,6 milhões de toneladas; e em terceiro, a Austrália, com 1,46 milhões de toneladas. Por outro lado, o EUA lidera o ranking de maior importador mundial, com aproximadamente 1,16 milhões de toneladas, seguido pela Rússia e Japão, com respectivamente 1,03 milhões e 760 mil toneladas. Além disso, conforme os dados publicados pela USDA em abril de 2013, os EUA lidera o consumo mundial com 11,4 milhões de toneladas, seguido pelo Brasil (7,9 milhões de toneladas) e pelos 27 países formadores da União Européia (7,7 milhões de toneladas).

De modo geral, a bovinocultura de corte é um dos setores que mais cresce na economia mundial, impulsionada pelo crescimento da renda e amparada pela mudança estrutural e tecnológica. No entanto, são necessários investimentos contínuos em aspectos sanitários, inocuidade dos alimentos de origem animal, inspeção, biossegurança e bem-estar animal para melhorar a produtividade e garantir uma adequada sustentabilidade no futuro.

#### 3.1.1.2 Situação brasileira da carne bovina

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica. Conforme o último estudo realizado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2013), o país possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, com mais de 210 milhões de cabeças, perdendo apenas para a Índia ( $\approx$  327 milhões de cabeças), e em terceiro lugar, a China, com aproximadamente 104 milhões de cabeças.

A pecuária registra um crescimento espetacular no Brasil, segundo previsões do USDA (2012) a produção brasileira de carne bovina cresceu 64,75% nos últimos 20 anos, passando de 5,481 milhões de toneladas em 1991 para 9,03 milhões de toneladas em 2011. E ao que tudo indica, em 2013, deverá aumentar 2,5% (aproximadamente 9,4 milhões de toneladas) consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, como elemento importante para o país por sua inserção no mercado mundial de carne bovina principalmente devido à demanda internacional e a um pequeno aumento na demanda doméstica.

Além disso, o incentivo financeiro do governo brasileiro para a reconstrução do rebanho bovino, melhoramento genético, renovação das pastagens e preços sustentados do gado irá elevar as ofertas de animais prontos para abate. Também, será observado um aumento da demanda doméstica, devido ao maior poder de compra da classe média.

Segundo dados do IBGE (2010), a região centro-oeste do Brasil representou 35% do abate nacional no período, este dado demonstra uma redução de 2,3% no total abatido em relação ao mesmo período de 2009, devido à queda de 5,6% no abate em Mato Grosso. Esta queda foi compensada pelas regiões Sul e Sudeste. Os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo apresentaram aumentos de 29,0 e 25,1% e 3,6%, respectivamente. No entanto, o Mato Grosso mantém a liderança entre os estados, tendo abatido 14,1% de toda a produção nacional no ano de 2010. Em termos de peso de carcaças, registrou-se 1,770 milhões de toneladas, queda de 3,0% em relação ao 2º trimestre de 2010 e aumento de 2,5% em relação ao 3º trimestre do ano anterior.

Já, a região Sul do Brasil é caracterizada por baixas temperaturas e pastagens de mais alto valor nutritivo, desta forma estas características permitiram aos *Bos taurus* (animais de raças taurinas), de origem européia, se adaptarem perfeitamente a este ambiente. Dentre as raças de origem européia podemos citar: Aberdeen Angus, Red Angus, Hereford, Simental, entre outros. Por outro lado, cerca de 80% do rebanho é composto por animais de raças zebuínas (*Bos indicus*), que são animais de comprovada rusticidade e adaptação ao ambiente predominante no Brasil. Dentre estas raças, podemos destacar o Nelore, com 90% desta parcela (ABIEC, 2013).

Desta forma, pode-se observar que o rebanho bovino brasileiro está distribuído em 27 Unidades de Federação (Tabela 1). Além disso, desde 2004, assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (MAPA, 2011). Conforme as projeções realizadas pelo MAPA (Brasil projeções do Agronegócio 2010-2011 a 2020-2021), as exportações de carne bovina devem situar-se numa média anual de 2,6%.

**Tabela 1** – Número de cabeças bovinas por unidade de federação do Brasil

<b>REBANHO BOVINO NO BRASIL, 2011</b>	
<b>Regiões e Unidades de Federação</b>	<b>Número de bovinos</b>
<b>Norte</b>	
Pará	18.262.547
Rondônia	12.182.259
Tocantins	8.025.400
Acre	2.549.497
Amazonas	1.439.597
Roraima	651.511
Amapá	127.499
<b>Nordeste</b>	
Bahia	10.667.903

<b>REBANHO BOVINO NO BRASIL, 2011</b>	
<b>Regiões e Unidades de Federação</b>	<b>Número de bovinos</b>
Maranhão	7.264.106
Ceará	2.611.712
Pernambuco	2.502.156
Piauí	1.688.024
Paraíba	1.354.268
Alagoas	1.268.304
Sergipe	1.178.771
Rio Grande do Norte	1.047.797
<b>Sudeste</b>	
Minas Gerais	23.907.915
São Paulo	11.024.796
Espírito Santo	2.223.262
Rio de Janeiro	2.178.896
<b>Sul</b>	
Rio Grande do Sul	14.478.312
Paraná	9.461.856
Santa Catarina	4.039.217
<b>Centro-oeste</b>	
Mato Grosso	29.265.718
Goiás	21.744.650
Mato Grosso do Sul	21.553.851
Distrito Federal	98.000
<b>Total</b>	<b>212.797.824</b>

Fonte: IBGE, 2011 (com adaptações).

Na década de 70, com o auxílio do crédito rural oferecido pelo governo brasileiro, novas tecnologias foram incorporadas, como a importação de animais de raças européias e a introdução de sal mineral no sistema de alimentação bovina. A cada ano, a participação brasileira no comércio internacional vêm crescendo, com destaque para a produção de carne bovina, suína e de frango. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial (MAPA, 2011).

Este resultado será permitido devido a grande extensão territorial do Brasil atrelada ao clima tropical, uma vez que permite a criação da maioria do gado em pastagens. O pasto é a principal fonte de alimento dos bovinos, o que torna importante uma exploração racional. Hoje, os mais de 150 milhões de hectares de pasto apresentam algum tipo de problema, no qual a degradação está entre os mais preocupantes. As causas são várias, como a má formação e manejo inadequado (EMBRAPA, 2007). Apesar da mudança de pastagens para soja e milho durante a atual temporada/estação, a expansão do rebanho bovino brasileiro vêm sendo consolidada principalmente devido ao apoio do governo, melhoramento genético, melhor

manejo e excelentes condições de pastagens, preços sustentados do gado, maior o fornecimento de gado para abate e forte demanda internacional.

No entanto, conforme MAPA (2010), do total da produção brasileira de carnes (bovina, suína e de aves) de 2010, estimada em 24,5 milhões de toneladas, observa-se que 75% é consumida internamente no país. Desta forma, atualmente o Brasil ocupa o segundo lugar mundial de países produtores de carne bovina, atrás apenas do EUA (com 11,3 milhões de toneladas); e em terceiro, encontram-se os 27 países formadores da União Européia (com aproximadamente 7,7 milhões de toneladas produzidas em abril de 2013).

Ainda conforme o USDA (2013), as exportações foram revisadas em 150 mil toneladas a mais (cerca de 1,6 milhões de toneladas) a medida que preços estáveis e amplas fontes de ofertas impulsionarão os embarques e vendas. A desvalorização de 16% do real em relação ao ano passado irá ajudar a competitividade brasileira. Assim, apesar de o caso atípico de Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) no estado do Paraná, só tornado público no final de 2012, as restrições por Arábia Saudita, Japão, África do Sul, Coreia do Sul, China e Taiwan (que combinados representam menos de 5% das exportações) serão compensadas pelo demanda de outros mercados. É provável que surgirão maiores oportunidades de venda para a Rússia provavelmente devido a graduais recadastramentos de plantas brasileiras, bem como as restrições russas em competir pela carne bovina dos EUA.

Neste sentido, para manter a posição de um dos maiores exportadores de carne bovina mundial e conquistar novos mercados, é importante que o setor produtivo seja competitivo, fornecendo produtos de qualidade a preços acessíveis juntamente com melhorias de produção (VENERONI, 2010). Além disso, faz-se necessário o investimento em tecnologias e capacitação profissional para o desenvolvimento de políticas públicas no agronegócio brasileiro.

### 3.1.1.3 Sanidade animal

Em termos de sanidade animal, com o aparecimento da doença da “vaca louca” na Inglaterra em 1996, doença que dizimou populações inteiras na Europa e chegou recentemente ao continente americano, percebe-se uma maior preocupação com a ingestão de alimentos contaminados (MACHADO, 2005). Segundo o Comitê Veterinário da União Européia, o Brasil é considerado como "área de risco desprezível" para a ocorrência desta enfermidade (MAPA, 2010).

No entanto, são relatadas no Brasil outras doenças que afetam o comércio da carne bovina, entre elas, a febre aftosa, uma doença altamente contagiosa e economicamente devastadora. Atualmente, o país é dono do maior rebanho bovino comercial do mundo, com 83% das suas cabeças em áreas livres da febre aftosa (MAPA, 2010; USDA, 2010).

Em dezembro de 2010, o MAPA publicou “Brasil amplia área livre de febre aftosa”, onde 15 unidades da federação são consideradas livres de febre aftosa com vacinação: Acre, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo, Sergipe, Tocantins e o Distrito Federal, além dos municípios de Guajará e Boca do Acre, no Amazonas, e a região centro-sul do Pará. Santa Catarina é o único estado considerado pela OIE, como zona livre de febre aftosa sem vacinação. Entretanto, esses dados são considerados pontuais, pois se faz necessário manter a fiscalização e manutenção da classificação dessas áreas.

Assim, é necessário monitorar e controlar os aspectos relacionados à sanidade animal e segurança alimentar, pois são fatores considerados de extrema importância para o país atender às exigências dos mercados rigorosos e conquistar espaço no cenário mundial.

#### 3.1.1.4 Contexto da carne bovina no agronegócio brasileiro

A carne bovina é um produto de extrema relevância no mercado. Dentre os alimentos que compõem a cesta de consumo dos brasileiros, itens como: carnes, aves e derivados desempenham um papel fundamental na alocação do orçamento familiar.

Além disso, os dados revelam que o consumo per capita também vem aumentando ano após ano no país. Em 2010 foi verificado um aumento per capita de 16,8% (37,4 quilos) no consumo de carne bovina em relação a 2009, o qual era de 32 quilos (MAPA 2011). O aumento no consumo ocorreu por diversos fatores, Schlindwein & Kassouf (2006) argumentaram que a mudança no padrão de consumo alimentar dos produtos cárneos, deve-se em grande parte às mudanças socioeconômicas e demográficas que vêm ocorrendo no Brasil. Assim, o crescimento se dá mesmo com a elevação dos preços em 38,7% no varejo, e 32,9% para o consumidor.

Vários estudos envolvendo o comportamento do consumo de carne de bovino foram já realizadas no país (DELGADO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2009). Este produto, seja por questões econômicas, culturais ou sociais, é demandado por 99% da população, fazendo parte da dieta diária de aproximadamente 34% dos brasileiros (IBOPE, 2008). O brasileiro come mais carne bovina do que a média mundial e consome menos do que o argentino e uruguaio

(EMBRAPA, 2004). Em relação a outros países em desenvolvimento, a alimentação do brasileiro é muito superior do ponto de vista de proteína animal. A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) estima que no ano 2030 o consumo per capita das carnes bovina, suína e frango nesses países atingirá 37 quilos, e no Brasil já são 94 quilos.

Assim, em uma cadeia produtiva, o consumidor deve ser sempre o primeiro segmento a ser estudado, pois é ele irá consumir o produto, e promoverá a circulação dos recursos necessários para o funcionamento das cadeias. Conforme dados da EMBRAPA (2004) atualmente, o consumidor está mais informado e tem à sua disposição uma oferta cada vez maior de produtos substitutos – carne e derivados de aves e suínos – e desta forma tem demonstrado valor aos fatores ligados à qualidade e apresentação do produtor cárneo. Neste mesmo sentido, percebe-se uma mudança com relação ao perfil do consumidor de carne bovina em procurar produtos com maior nível de qualidade, seguros e saudáveis.

Assim, devido às exigências dos mercados consumidores são necessários investimentos contínuos para melhorar a produtividade (MELLO, 2007). Apesar disso, os índices de qualidade que caracterizam atualmente essa atividade estão muito distantes daqueles que poderiam garantir sua competitividade e conseqüente permanência como empreendimento economicamente significativo (CURI, 2009).

Até a pouco tempo, na maioria das vezes, a decisão de compra, tinha como principal objetivo, o preço. A análise do comportamento do consumidor de carne bovina mediante alterações na renda e nos preços é determinante para a compreensão e identificação dos padrões de consumo, os quais podem diferir significativamente de acordo com as peculiaridades de uma dada região. Guerra et al. (2013) relata que apenas 4,59% das alterações no consumo de carne bovina são ocasionadas pela renda e preço no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Já, segundo Viana & Silveira (2007) percebe-se que o preço recebido pelo produtor (PRP) e o pago pelo consumidor (PPC) pela carne bovina, ao longo do ano, está relacionado ao poder aquisitivo da população como importante fator a influenciar o preço do produto. O preço alcança o seu pico no mês de dezembro de 2005, R\$ 5,56, coincidindo assim com a época em que o consumidor aumenta o seu poder aquisitivo em função do décimo terceiro e, em alguns casos do abono de férias.

Assim, emerge a necessidade da utilização do *marketing* nas cadeias agroalimentares ABICHT (2009). O *marketing* possui fundamentação em quatro premissas básicas: a pesquisa, a propaganda, a promoção e a força de vendas. Como técnica, o *marketing* é o modo específico de efetuar a relação de troca, identificação, criação, desenvolvimento e serviço da

demanda. Deste modo, seu entendimento deve ir além de uma simples função empresarial, mas igualmente é imprescindível entendê-lo como filosofia do negócio.

Para conhecer melhor o mercado, foi realizado um estudo pelo Sindicato do Comércio Varejistas de Carnes Frescas do Estado de São Paulo (SCVCF), publicado no Relatório 60 Anos de Histórias e Inovações – 1939/1999, sobre o perfil do consumidor de carnes. Conforme o SCVCF os consumidores americanos escolhem a carne, em primeiro lugar pelo sabor (88,0%), seguido pelo valor nutricional (78,0%), segurança (75,0%) e preço (66,0%). Quando os resultados dessas pesquisas são analisados no contexto brasileiro, percebe-se que o conceito de qualidade é bastante variado, e está atrelado a classe média dos estados mais industrializados.

Assim, as marcas de qualidade são uma realidade parcial no mercado e no futuro serão uma necessidade com o objetivo de fidelizar o consumidor (CAÑEQUE & SAÑUDO, 2005). No entanto, a credibilidade de uma marca de qualidade em produtos cárneos e a própria fidelidade do consumidor a estes, somente se constitui na medida em que encontra suporte científico, o qual valide tais atributos como: aspectos físico-químicos, sensoriais, funcionais e genéticos de um determinado produto.

#### 3.1.1.5 Aspectos tradicionais e culturais no consumo de carne bovina

Além da produção, o consumo da carne bovina é bastante presente e está fortemente ligado com a cultura e tradição. Segundo SILVA (2009) é preciso entender a percepção individual dos consumidores no momento da compra, as questões culturais e as questões sociais, e até que ponto diferentes variáveis interferem no momento de decisão de compra.

Neste sentido, o estado do Rio Grande do Sul (RS) ocupa posição de destaque na atividade pecuária, principalmente na cadeia produtiva de carne. Além da produção, o consumo da carne bovina é bastante presente e está fortemente ligado com a cultura e tradição dos gaúchos. O churrasco é o prato principal da culinária gaúcha. De acordo com Barcellos (2007), o consumo de carnes apresenta particularidades quanto à ocasião em que são consumidas, que podem ser classificadas como especiais ou triviais (dia-a-dia). O churrasco passa a ser uma “ocasião especial de consumo”, inferindo num processo de compra diferenciado, com preferências mais aguçadas, onde é exigido maior conhecimento sobre o produto. É nesse ponto que o estudo dos padrões comportamentais especiais podem trazer grandes contribuições para a teoria do comportamento do consumidor.

É importante ressaltar que o Rio Grande do Sul é o estado mais meridional do Brasil com um consumo per capita de aproximadamente 50 quilos por pessoa segundo o Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado Sul (SICADERGS, 2010). Este estado possui limites sul com o Uruguai e oeste com a Argentina, tendo assim padrões comportamentais muito semelhantes em relação com consumo de carne bovina. Segundo a USDA (2012), sabe-se que o Uruguai liderou o ranking do consumo per capita de carne bovina em 2011, com 60 quilos consumidos por pessoa; seguido da Argentina, em segundo lugar, com um consumo per capita de 54 quilos; e posteriormente o Brasil, com 37,4 quilos por pessoa.

Embrapa (2004) diz: “aqui, os destaques são características regionais: enquanto no Rio Grande do Sul, nove milhões de gaúchos consomem aproximadamente 50 quilos de carne bovina per capita (valor acima da média nacional); 35 milhões de nordestinos consomem apenas cinco quilos. No Nordeste é uma preferência pelo boi inteiro, enquanto os gaúchos preferem a costela”. Neste sentido, Grunert (2004) discute as tendências nas atitudes dos consumidores e os estilos de vida no que diz respeito ao consumo de carne. Uma das tendências identificadas é a percepção de qualidade através da relação entre alimentação e saúde, e os interesses pela origem e produção de seus alimentos.

Enfim, percebe-se que os fatores relacionados ao consumo estão intrinsecamente dependentes da renda do consumidor, cultura e estágio de desenvolvimento da sociedade, e por isso a grande diversidade das pesquisas.

### 3.1.2 Tecidos e propriedades musculares

De modo geral, as carnes são compostas de quatro tipos básicos de tecidos, ou seja, tecido muscular, tecido conjuntivo, tecido epitelial e tecido nervoso (LUCHIARI FILHO, 2000; SARCINELLI et al., 2007).

O principal componente da carne é o músculo, o qual está dividido em músculo estriado esquelético ou voluntário, músculo liso ou involuntário e músculo estriado cardíaco. O músculo esquelético é o mais importante dos três, devido a maior quantidade na carcaça bovina e ao seu valor econômico (ALVES et al., 2005). O tecido muscular esquelético representa aproximadamente 40% do peso corporal em bovinos, no entanto, este percentual pode variar entre as diferentes raças e seu potencial de crescimento muscular.

Também, pode-se citar o tecido conjuntivo intramuscular como parte significativa na determinação da textura e maciez da carne (CROSS et al., 1973). Este, representa em média de 1 a 4 % do peso seco, e desempenha importantes funções como: a distribuição de forças

compressivas e tensionais, a manutenção do alinhamento das miofibrilas e a ligação das miofibrilas adjacentes aos capilares (MONIN & OUALI, 1991).

Ainda temos o tecido adiposo subcutâneo, intermuscular e o depósito intramuscular (marmoreio) que afetam a qualidade da carne devido a sua composição de ácidos graxos e por sofrerem oxidação. Sabe-se que a principal forma de deposição do tecido adiposo é na forma de triglicérides. Os triglicérides são compostos por uma molécula de glicerol e três de ácidos graxos (que podem ser iguais ou diferentes). Os ácidos graxos são, quimicamente, classificados em: saturados (ácidos graxos sem dupla ligação em suas cadeias) e insaturados (ácidos graxos com uma ou mais ligações duplas em suas cadeias), sendo estes divididos em: monoinsaturados (com uma insaturação ou dupla ligação) e, poliinsaturados (com duas ou mais insaturações, respectivamente). Os ácidos graxos com mais de uma ligação se subdividem em ômega 6 ( $\Omega 6$  - ácido linoléico) e omega 3 ( $\Omega 3$  - ácido linolênico), e são considerados essenciais devido a incapacidade do organismo de sintetizá-los, motivo pelo qual devem ser incorporados na dieta. Por outro lado, na carne e no leite dos ruminantes, exclusivamente, existe o ácido linoléico conjugado (CLA), o qual tem sido motivo de grande interesse nos últimos anos, devido a possuir efeitos anticarcinogênicos (IP et al., 1994).

Ainda, segundo Peter et al. (1972) e Brandstetter et al. (1998), os diferentes músculos bovinos podem ser caracterizados em três tipos de fibras musculares: a) fibras brancas ou FG (glicolíticas de contração rápida) - apresentam maior área, contração rápida e metabolismo anaeróbico; b) fibras vermelhas ou SO (oxidativas de contração lenta) - apresentam pequena área, contração lenta e metabolismo aeróbico; e fibras intermediárias ou FOG (oxidativas-glicolíticas de contração rápida) - possuem área intermediária, contração rápida e metabolismo aeróbico e glicolítico.

Ouali (1990) realizou um estudo em que após o abate as fibras FG demonstram maiores taxas de glicólise alcançando o *rigor mortis* em menor tempo. Acredita-se que este fato possa estar relacionado a maior facilidade de proteólise destas fibras em relação às fibras SO. No entanto, ainda não existe um consenso sobre o tipo de fibra e maciez da carne.

### 3.1.3 Processo de amaciamento e conversão do músculo em carne

O amaciamento da carne é um processo que merece grande atenção dos pesquisadores, pois hoje tem crescido muito a exigência dos consumidores por produtos de qualidade. A dureza da carne pode ser dividida em dois componentes principais: o primeiro resultante das características do tecido conjuntivo (colágeno e elastina), ou seja, dureza residual; e o

segundo, relacionado com as proteínas miofibrilares, ou seja, dureza da actomiosina. Este último está intimamente relacionado com as características da fibra que desempenham a função de contração muscular, e representam 52% a 56% das proteínas musculares.

O fator primário na determinação da maciez da carne está na idade de abate do animal devido ao aumento do colágeno nas ligações cruzadas (LEPETIT, 2007), ou redução dos níveis de colágeno solúvel. Assim, animais abatidos jovens terão naturalmente uma carne mais macia em relação á animais abatidos mais velhos (REAGAN et al., 1976; BERNARD et al., 2009).

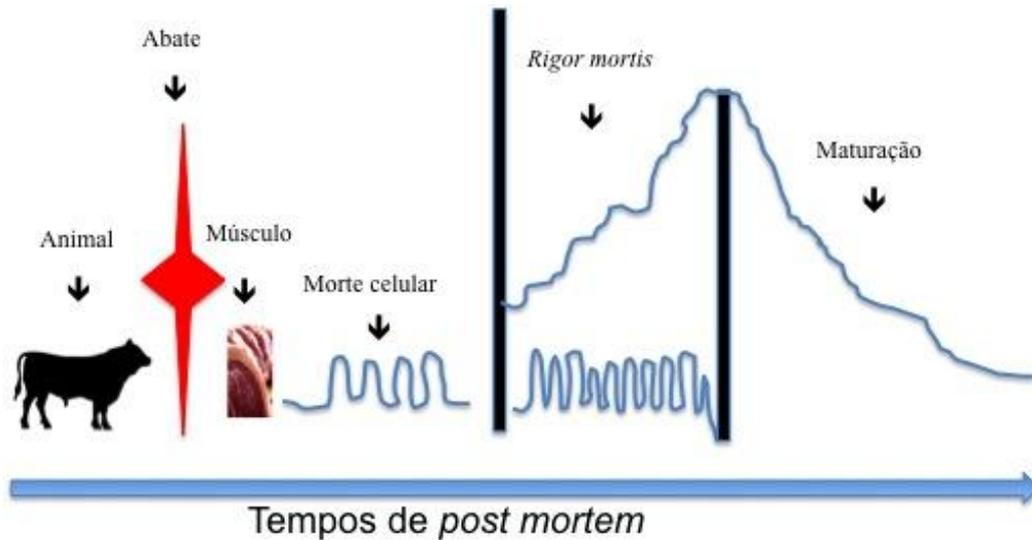
Fatores como raça, dieta alimentar, manejo pré e pós abate, entre outros irão interferir de forma direta ou indireta nas condições fisiológicas dos animais, e esta condição irá influenciar os mecanismos que atuarão no músculo para a sua transformação em carne (OUALI, 1990). Por exemplo, as raças descendentes de *Bos indicus* são conhecidos por sua carne dura, independentemente do tratamento aplicado na carne e do método de criação (GAZZOLA et al., 1999).

Neste sentido, temos que a conversão do músculo em carne se dá depois do sacrifício do animal, onde uma série de mudanças físico-químicas e bioquímicas acontecem em basicamente duas fases (*rigor mortis* e maturação).

O tecido muscular é um tecido dos animais caracterizado pela sua contratilidade, ou seja, pela capacidade de se contrair segundo alguns estímulos claros e utilizando o ATP (molécula orgânica responsável pelo armazenamento de energia nas suas ligações químicas; e pela sua excitabilidade, ou seja, capacidade de responder a um estímulo nervoso. Por outro lado, a carne é um termo utilizado geralmente quando o tecido serve como alimento para os animais carnívoros e omnívoros, incluindo o homem, exceto os que adotam uma dieta vegetariana. Para este efeito, após a morte do animal, o músculo segue numerosas transformações que determinam a qualidade final da carne.

Após o processo de interrupção da corrente sanguínea com a morte do animal, pode-se observar uma sucessão de contrações e relaxamentos musculares durante um período de 20 a 30 minutos. Este estado corresponde ao tempo de sobrevivência do sistema nervoso em que o músculo está gastando suas últimas reservas de glicogênio. Portanto, o músculo passa a utilizar a via anaeróbica para obter energia para um processo contrátil desorganizado; neste período ocorre a transformação do glicogênio em glicose, e como a glicólise é anaeróbica, gera o lactato (BATE & BENDALL, 1949). Desta forma, o acúmulo de ácido láctico provoca uma diminuição do pH, de 6,7-7,0 (músculo vivo) para 5,5. Enfim, pode-se inferir que o pH é

uma característica química cuja evolução *post mortem* vai influenciar os processos de maturação da carne (Figura 2).

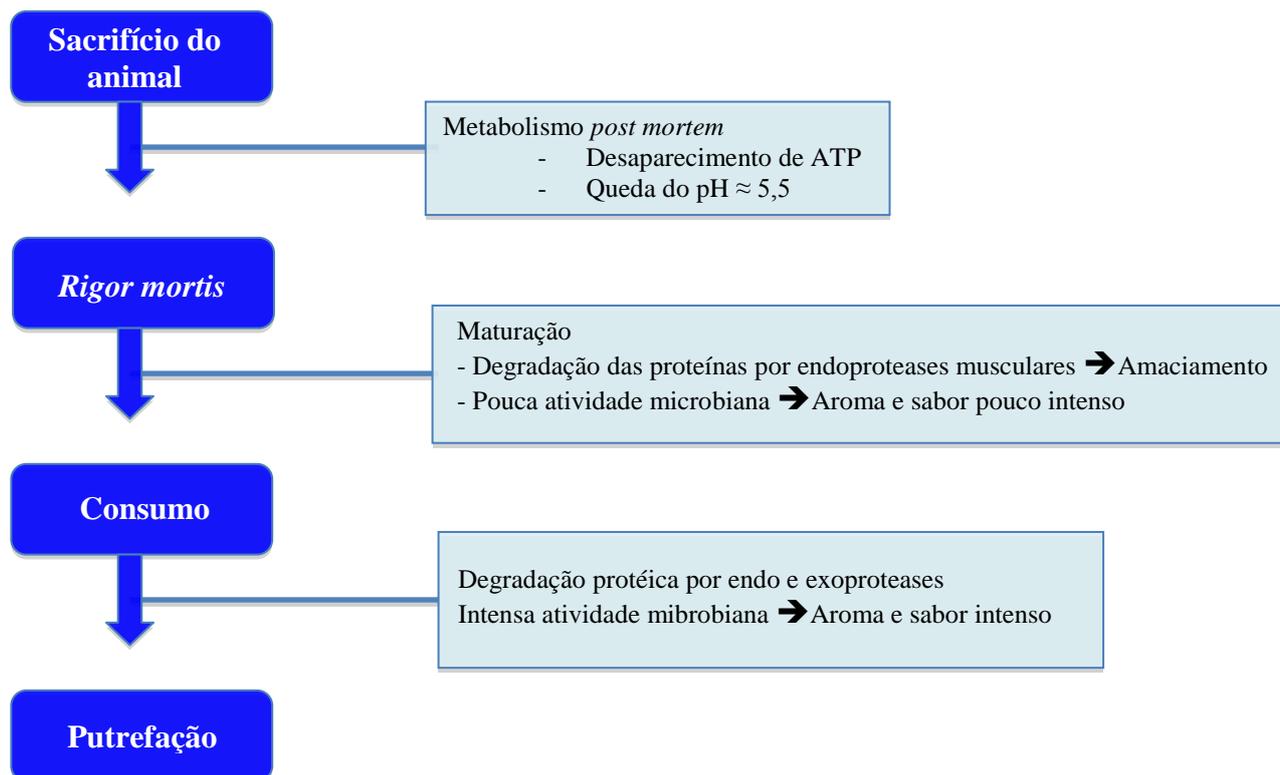


**Figura 2** – Diferentes fases do processo de conversão do músculo em carne

Fonte: Adaptado de Ouali, (2006).

A primeira fase ocorre durante o desenvolvimento e instauração do *rigor mortis* ou rigidez cadavérica, como consequência das trocas metabólicas produzidas após a morte do animal; e a segunda fase, conhecida como maturação, em que ocorre a ação enzimática das proteases, capazes de promover o amaciamento da carne através da degradação protéica, ou seja, a proteólise dos componentes estruturais das proteínas miofibrilares presente no tecido muscular. Neste sentido, antes do consumo é necessário passar pela fase de *rigor mortis*; todavia, o processo de maturação tem uma duração muito variável, podendo ser quase nulo ou degenerativo, caso se deixe atuar de maneira indefinida, ou seja, a putrefação (Figura 3) (BATE-SMITH & BENDAL, 1949; LOCKER & HAGYARD, 1963; OUALI et al. 1992; GEESINK et al., 1995; SAÑUDO et al., 2008)

Todavia, não é simples determinar o momento exato que termina a fase de *rigor mortis* e que começa a fase de maturação. Entretanto, o amaciamento da carne ao longo deste processo é uma consequência direta das trocas estruturais das miofibrilas por degradação das proteínas constituintes. A troca mais evidente constituiu a queda ou enfraquecimento da linha Z (SAÑUDO et al., 2008).



**Figura 3** – Esquema do processo de transformação do músculo em carne

Fonte: Adaptado de Sañudo et al., (2008).

### 3.1.3.1 *Rigor mortis*

A fase do *rigor mortis* ou rigidez cadavérica é diretamente perceptível sobre a carcaça, pois a musculatura torna-se progressivamente inextensível em poucas horas após a morte do animal. Este fenômeno resulta da exaustão dos componentes, que permitem conservar a elasticidade do músculo vivo, e também fornecer energia necessária para o trabalho muscular, ou seja, ATP (adenosina trifosfato). Assim, quando o músculo torna-se completamente inextensível, o *rigor mortis* está completo. Segundo Sañudo et al. (2008), a instauração completa do *rigor mortis* depende de cada espécie animal (2 horas em aves, 6-8 horas em suínos, 10-12 horas em ovinos e 15-36 horas em bovinos).

A rigidez observada no *rigor mortis* é devido à formação de ligações cruzadas no músculo entre os filamentos de actina e miosina. Essa é a mesma reação química que ocorre na contração do músculo no animal vivo. A diferença é que no *rigor mortis* o relaxamento é impossível porque não há energia disponível (ATP) para a quebra das ligações cruzadas (ABERLE et al., 2001).

### 3.1.3.2 Acidificação do tecido muscular

Após o abate e sangria do animal, devido a ausência de oxigênio, diversos mecanismos de re-síntese contra a degradação do ATP são desencadeados (MOLONEY et al. 2008).

Nos primeiros momentos *post mortem*, o nível de ATP é mantido por conversão do ADP a ATP (fosfocreatina + ADP  $\Leftrightarrow$  creatina + ATP), mas quando a fosfocreatina é esaurida, inicia-se a queda do nível de ATP. Portanto, as reservas energéticas se esgotam mais rapidamente no metabolismo anaeróbio, sendo inicialmente degradadas as reservas de fosfocreatina, seguidas pelas reservas de glicogênio e outros carboidratos e finalmente o ATP, rico em energia (ALVES, 2005).

Como resultado, quando o nível de ATP cai para menos de 20%, se produz uma acidificação do meio e queda do pH, devido a degradação em anaerobiose das reservas de glicogênio formando ácido lático, que não pode ser eliminado no músculo (SAÑUDO et al., 2008).

### 3.1.3.3 Maturação

Todo o processo de amaciamento da carne ocorre após o *rigor mortis* durante a estocagem refrigerada, ou maturação, e consiste na proteólise dos componentes estruturais das proteínas miofibrilares presente no tecido muscular (BATE-SMITH & BENDAL, 1949; KUBOTA et al., 1993).

Além disso, pode-se citar algumas alterações no tecido muscular, como: degradação e enfraquecimento gradual da linha Z, que conduz à degradação das miofibrilas; desaparecimento da troponina T; degradação das proteínas estruturais do tecido muscular, como a desmina e nebulina (GOLL et al., 1992). Essas alterações causam a diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne (KOOHMARIE, 1994).

### 3.1.3.4 Sistemas proteolíticos

Observa-se que a maciez é um processo complexo, de natureza enzimática, resultante da proteólise da estrutura miofibrilar. Atualmente cinco sistemas enzimáticos são propostos como responsáveis pela proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas, são eles:

- 1) o sistema das catepsinas ou proteases lisossomais, descobertas nos anos 50 por De Duve et al. (1955),
- 2) o complexo multicatalítico ou macropáina de proteases (MCP) ou proteassomas, descobertos por Wilk e Orlowski (1980), e especialmente a proteassoma 20S (SENTANDREU et al., 2002).
- 3) o sistema enzimático das calpaínas ou proteínases dependentes de cálcio descoberto em 1964 por Guroff, e logo mais confirmado por Bush et al. (1972).
- 4) Serina proteases, especialmente a calicraína descoberta por Margolius (1996) e a trombina presentes nas células do músculo esquelético e a plasmina encontrada no espaço extracelular (BIRKEDAL-HANSEN et al., 1993)
- 5) Caspases relatada por Alnemri et al. (1996).

Contudo, conforme os trabalhos realizados por Zamora et al. (2005) e Ouali et al. (2006), os sistemas enzimáticos da serina proteases e caspases, respectivamente carecem de maiores de estudos para esclarecer os mecanismos exatos responsáveis pela maciez da carne bovina e sua possível influência no desenvolvimento do *rigor mortis* e da maturação da carne.

A seguir, tendo em vista o enfoque da presente tese, será detalhado o sistema enzimático da calpaína. Segundo Goll et al. (2003), o sistema calpaína originalmente compreendia três moléculas: duas de  $\text{Ca}^{2+}$  dependentes de proteases; microcalpaína e milicalpaína; e uma terceira, a calpastatina, (polipeptídeo com função de inibir as duas calpaínas). Desta forma, o sistema enzimático das calpaínas é considerado o principal mecanismo relacionado a proteólise que conduz ao amaciamento da carne bovina.

Todavia, sabe-se que carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post mortem* são menos macias, ou seja, necessitam de maior força para serem cortadas (GOLL, 2003). A carne de zebuínos é menos macia que a carne de taurinos em virtude da proteólise reduzida das proteínas miofibrilares associada à alta atividade de calpastatina no tecido muscular (NORMAN, 1982; CROUSE et al., 1993; SHACKELFORD et al., 1994).

Desta forma, o modelo proposto por Dransfield (1993) vem confirmar que a inibição das calpaínas pela ação da calpastatina e a inativação de calpaínas e calpastatinas por autólise, ocorre na medida em que se dá o amaciamento da carne. Portanto, a calpastatina é o inibidor da ação da calpaína durante o processo de proteólise *post mortem* (CASAS et al., 2005; GEESINK et al., 2006). Assim, têm-se que todas as células de mamíferos contêm um sistema

proteolítico dependente de cálcio, composto pela protease endógena calpaína e seu inibidor, a calpastatina (LEE et al., 2000).

#### 3.1.3.4.1 Calpaína

A calpaína é uma protease neutra cálcio dependente capaz de produzir alterações proteolíticas durante a maturação da carne. Segundo Dransfield (1993), 65% da variação na maciez pode ser explicada pela atividade da calpaína tipo I. Já Goll et al. (1992) ressalta que as calpaínas são responsáveis por 90% ou mais do amaciamento *post mortem* da carne.

Existem duas isoformas de calpaínas, em que a definição é dada pela quantidade de cálcio livre necessária para sua ativação, podendo as duas estarem presentes em uma mesma célula (CONG et al., 1989; SUZUKI, 1991), são elas:

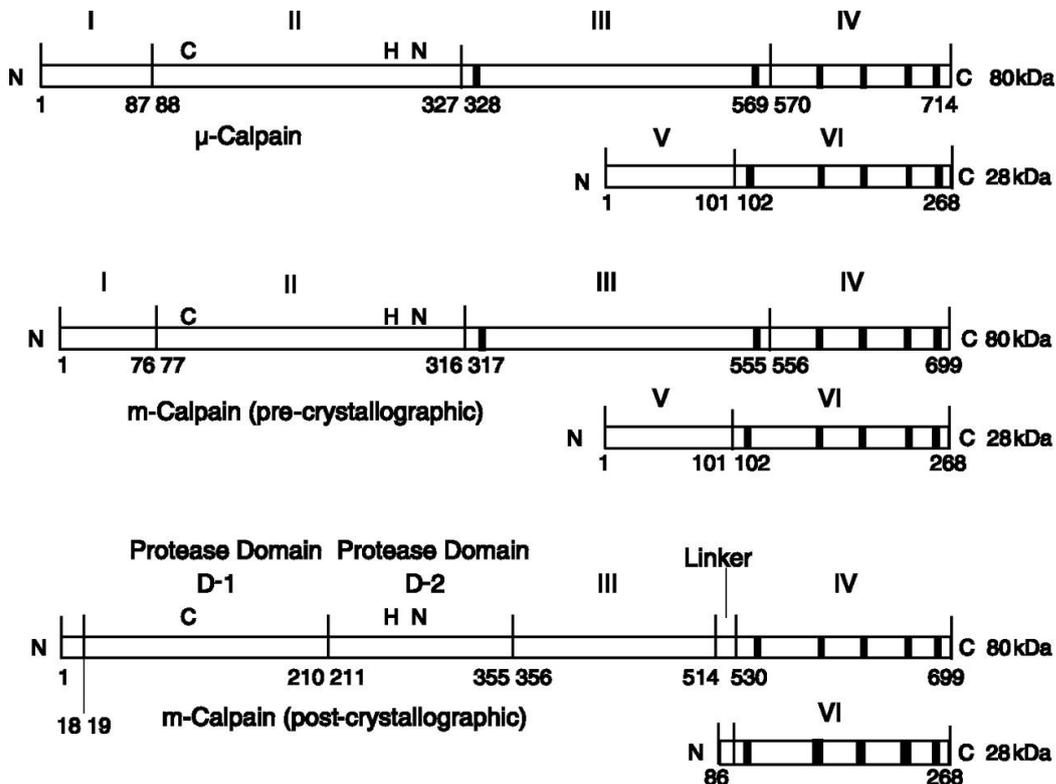
- 1) proteinase ativada por concentração micromolar de cálcio (1 a 10 $\mu$ M),  $\mu$ -calpaína (microcalpaína) ou calpaína tipo I, é ativada quando o pH decai de 6,8 para aproximadamente, 5,7;
- 2) proteinase ativada por concentração milimolar de cálcio (50 a 70mM), m-calpaína (milicalpaína) ou calpaína tipo II, é ativada quando o pH está em torno de 5,7 e é responsável pela continuidade do processo de amaciamento, estando ativa em torno das 16 horas *post mortem* e assim permanecendo por longos períodos.

As calpaínas ( $\mu$ -calpaína e m-calpaína) são tiol proteases heterodiméricas, constituídas por duas subunidades, uma com 28-30 kDa e outra com 80 kDa. A subunidade 30 kDa é igual nas duas isoenzimas e é codificada pelo mesmo gene (*CAPN4*), além ter função reguladora. Já a subunidade 80 kDa é distinta e codificada por diferentes genes (*CAPN1* e *CAPN2* para a  $\mu$ -calpaína e m-calpaína, respectivamente), indicando que estas duas formas isoenzimáticas correspondem a enzimas distintas, além de ter função catalítica (KHORCHID & IKURA, 2002).

A subunidade 80 kDa partilha homologia de sequência de 55-65% entre as duas proteases, além de ser dividida em quatro domínios (Figura 4). Também, pode-se visualizar que a  $\mu$ -calpaína e m-calpaína são constituídas por 714 e 699 resíduos de aminoácidos, respectivamente. Por outro lado, a subunidade 28-30 kDa das calpaínas é constituída por 268 resíduos de aminoácidos, identificando-se dois domínios (GOLL et al., 2003).

Desta forma, pode-se constatar em vários estudos que as enzimas do sistema das calpaínas estão relacionadas com a maciez pela atuação de degradação protéica do músculo

*post mortem*. Segundo Koochmaraie et al. (1988), o uso de quelatos que seqüestram  $\text{Ca}^{+2}$  previnem a maturação; já o processo de marinação com tampões de  $\text{Ca}^{+2}$  aumentam sua ação. Por fim, a variação na atividade das calpaínas está correlacionada com a maciez e a calpastatina possui alta correlação com força de cisalhamento (KOOHMARAIE et al., 1996).



**Figura 4** – Diagrama esquemático dos domínios da  $\mu$ -calpaína e  $m$ -calpaína, na espécie humana, segundo a sequência em aminoácidos; e da  $m$ -calpaína determinada a partir da estrutura cristalográfica mostrando seis domínios. Legenda: N = resíduo terminal N; C = resíduo terminal C; D-1 e D-2 = domínios; C, H e N = resíduos dos aminoácidos cisteína, histidina e asparagina, respectivamente; barras pretas = motivos “EF-hand”.

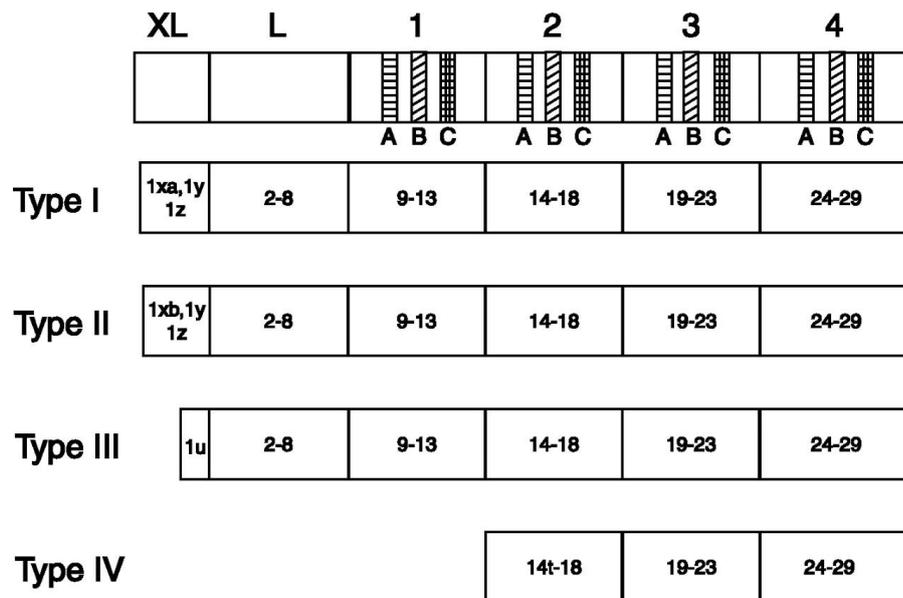
Adaptado de Goll et al. (2003).

### 3.1.3.4.2 Calpastatina

A calpastatina é o único inibidor endógeno específico das calpaínas. Ela foi identificada pela primeira vez por Drummond & Duncan (1968) e caracteriza-se por ser uma proteína polimórfica constituída por quatro domínios que possuem actividade inibitória e, geralmente, por um domínio terminal N, designado por L, sem actividade inibitória (TAKANO et al., 1988).

Cada um dos domínios I, II, III e IV possuem três subdomínios A, B e C com importante homologia na sequência dos aminoácidos (Figura 5), além da capacidade de inibir

uma molécula de calpaína (EMORI et al., 1988). Contudo, não está completamente entendido se os quatro domínios exercem uma actividade inibitória diferente para a  $\mu$ -calpaína e m-calpaína. Alguns estudos revelaram que os diferentes domínios apresentam um efeito inibitório mais efetivo sobre a m-calpaína; enquanto outros, acreditam que o efeito inibitório da calpastatina foi superior para a  $\mu$ -calpaína (GOLL et al., 2003).



**Figura 5** – Estrutura genômica do gene da calpastatina, a relação dos 34 exons (numerada 29 mais 1XA, 1XB, 1a, 1z, e 1u). O gene da calpastatina de rato é de aproximadamente ~60 kb, e apenas os exons são mostrados neste diagrama. O exon 1u expressado é apenas a transcrição de tipo III, mas a tradução desta transcrição começa no exon 2. Adaptado de Goll et al. (2003).

Até o momento, foram identificadas nove isoformas da calpastatina, oriundas de um único gene, com funções fisiológicas indefinidas. Alguns autores acreditam que estas isoformas resultem de processos celulares como: processamento alternativo, diferentes locais de iniciação da translação/transcrição ou diferentes estados de fosforilação (GOLL et al., 2003).

Segundo Rübensam (1998) a determinação de uma unidade de atividade de m-calpaína é definida como a quantidade de enzima que hidrolisa caseína provocando aumento de uma unidade (1,0) de absorvância ( $278_{nm}$ ) nas condições do ensaio. Já, uma unidade de calpastatina é definida como a quantidade que inibe uma unidade de m-calpaína.

Também segundo Culler et al. (1978) a maciez no músculo *Longissimus dorsi* é altamente correlacionada com o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) decorrente da

quantidade de proteólise miofibrilar que ocorre no músculo; neste mesmo estudo a quantidade de calpastatina foi 81% maior nos animais não castrados que nos castrados.

Por outro lado, antigamente acreditava-se que as catepsinas (grupo de exo e endopeptidases), caracterizadas em: cisteína (catepsinas B, H, L, X), serina (catepsina L), e aspártico (catepsinas D, E) eram enzimas responsáveis pela proteólise (SENTANDREU et al, 2002); além de degradarem também actina e miosina, estruturas que não são quebradas nos primeiros dias *post mortem* (RONCALES et al., 1995; NOWAK, 2011). Estas, apresentam uma capacidade proteolítica nos lisossomos por atuarem em pH ácido (entre 4 e 6); e segundo Sañudo et al. (2008) no músculo *post mortem* só conservariam parte da sua atividade.

No entanto, a participação das catepsinas no amaciamento da carne ainda não é bem compreendida. Além disso, sua atividade é reduzida em baixas temperaturas; por outro lado, são mais estáveis que as calpaínas e responsáveis pelos processos de maturação à longo prazo, atuando sobre a maioria das proteínas musculares, mas com pouca especificidade, ou seja, segundo Lamare et al. (2002), as catepsinas são consideradas como um continuador direto da ação iniciada pelas calpaínas, devido a maior estabilidade dessas (Tabela 2).

**Tabela 2** – Principais características das enzimas proteolíticas

Sistema enzimático		Fatores reguladores	pH ótimo	Localização
Calpaínas	μ- calpaína	Ca <sup>2+</sup>	7,0 – 7,5	Citosol
	m- calpaína	pH		
	III- calpaína	Fosfolípidos		
	Calpastatina	Ativadores		
Catepsinas	Catepsina B	Lisossomais	4,0 – 6,0	Lisossomas
	Catepsina D			
	Catepsina H	Inibidores		
	Catepsina L			
MCP	Proteassoma	pH Inibidores	7,5 - 8,0	Citosol

Fonte: Roncales et al. (1995) com adaptações de Sañudo et al. (2008).

### 3.1.4 Atributos de qualidade da carne bovina

A qualidade da carne é considerada como complexa e multivariante (GEAY et al., 2001); podendo ser influenciada por múltiplos fatores e suas interações, entre eles: raça, sexo,

idade, alimentação, manejo prévio ao sacrifício, método de sacrifício, resfriamento e conservação e genética (ANDERSON et al., 2005). Desta forma, analisar como estes fatores influem nos mecanismos biológicos; e qual a sua relação com os parâmetros específicos de qualidade é importante para compreender os processos físicos e fisiológicos que possibilitam a transformação do músculo em carne, em nível genético e protéico, o que possibilitará a seleção de novas estratégias e indicadores de maciez da carne bovina.

Sabe-se que a satisfação do consumidor está baseada na palatabilidade, ou seja, na combinação do sabor, rugosidade e maciez (OUALI et al., 2006). Esta última característica têm sido objeto de estudo de muitos trabalhos nacionais e internacionais, pois:

- a) Os consumidores consideram a maciez como componente mais importante da carne;
- b) Os consumidores podem diferenciar a maciez e estão dispostos a pagar a mais por ela;
- c) O coeficiente de variação da maciez duplica o valor da rugosidade e triplica o valor do sabor.
- d) Existem evidências do pagamento diferencial de cortes de acordo com a expectativa de maciez dos mesmos.

Recentemente, foram propostas mudanças para analisar como a alimentação dos animais influí os mecanismos biológicos e qual sua relação com os parâmetros específicos de qualidade de carne.

Entretanto, o problema da "obtenção da qualidade da carne" não é fácil de solucionar (SAÑUDO et al., 2008). Este não é devido somente aos interesses mencionados dos diferentes grupos da cadeia, senão também a própria "fragilidade do produto" devido a complexidade de sua composição e estrutura, além da falta de estabilidade intrínseca e da multiplicidade de fatores que influem suas características e qualidades, desde o momento antes do nascimento do animal, até o momento final do consumo.

#### 3.1.4.1 Nutricionais

O conceito de valor nutricional passou por diversas modificações ao longo dos anos. Antigamente, o valor nutricional de um alimento era dependente do tipo e quantidade de nutrientes presentes em um alimento; todavia, atualmente essa visão foi substituída por outra

que leva em consideração a digestibilidade e a utilização dos componentes nutricionais dos alimentos e da dieta pelo organismo, conhecida como biodisponibilidade nutricional.

A carne bovina é classificada como carne vermelha, e têm grande importância nutricional, pois fornece os principais nutrientes necessários para dietas (DRIS, 2001; GEAY et al., 2001; RULE et al., 2002), entre eles:

- a) proteínas (17 a 22% na carne fresca), fonte rica em aminoácidos, indispensáveis para os seres humanos, principalmente por sua alta digestibilidade;
- b) minerais, em particular, o ferro (3 a 4 vezes maior que a quantidade presente em carnes de aves e suínos) e zinco;
- c) vitaminas do complexo B (B3, B6 e B12);

Além de ser uma fonte protéica de ótima qualidade, a carne bovina também fornece ácidos graxos, minerais, compostos nitrogenados não protéicos, aminoácidos livres, peptídeos simples, amidas, aminas e creatina, sendo um alimento importante para uma dieta saudável.

Logo, conhecer o perfil de ácidos graxos da carne bovina é importante, pois o aumento da quantidade de ácidos graxos saturados está relacionado com o aumento da incidência de doenças cardiovasculares, além da maior probabilidade de obesidade. Por outro lado, os ácidos graxos insaturados, principalmente o ômega 3 (ácido linolênico) e o ômega 6 (ácido linoléico) são considerados essenciais na dieta e têm sido eficientes na prevenção de esclerose múltipla, aterosclerose e doenças inflamatórias. Assim, uma melhor qualidade da carne ocorre com o aumento da concentração desses ácidos graxos da dieta (CORL et al., 1998; SILVA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004; PRADO et al., 2011).

Também, com relação aos aspectos nutricionais, pode-se dizer que o ferro está relacionado com diversas funções no organismo, principalmente no suporte ao sistema imunológico. Na carne bovina, ele é encontrado na forma de mais fácil absorção pelo organismo. Já, o zinco é importante para o crescimento, e a falta dele afeta mais de 60 enzimas, prejudicando os processos metabólicos do corpo. Desta forma, pode-se dizer que a carne bovina magra apresenta, praticamente, o mesmo valor nutricional de zinco que a carne de frango sem pele. Ainda, cita-se as propriedades antioxidantes e fungicidas da fonte de selênio (essencialmente encontrada em produtos de origem animal).

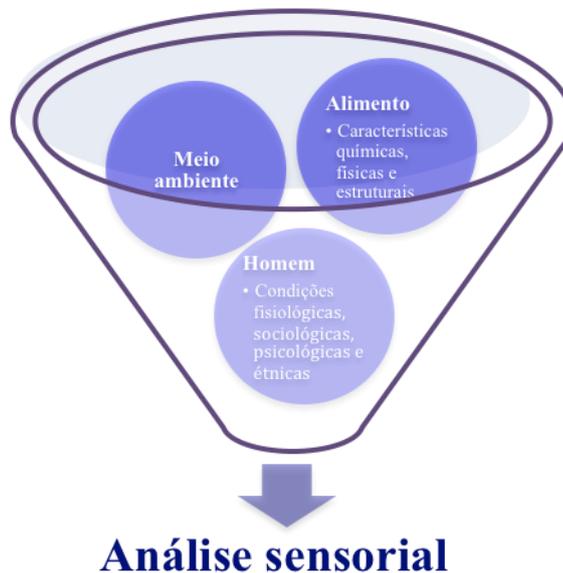
A remoção da carne bovina da dieta está associada com um aumento nos riscos de deficiência de vitamina B12, ferro e zinco, por isso o Ministério da Saúde recomenda a ingestão de carne bovina em pelo menos uma porção ao dia (COSTA et al., 2001, BRASIL, 2005). Por causa da multiplicidade de nutrientes que a compõe e à alta biodisponibilidade dos

mesmos, a carne bovina tem sido considerada como um alimento de alta densidade nutricional (EMBRAPA, 2000).

Enfim, pode-se dizer que é muito difícil assegurar o “aporte nutricional” exigido por uma dieta saudável na alimentação humana quando ocorre a ausência do consumo de carne bovina, ou mesmo no caso de um baixo consumo de proteína animal. Esta perda, inviabiliza a absorção de alguns elementos essenciais para a manutenção das funções vitais do organismo, e somente pode ser recompensada através reposição sintética.

#### 3.1.4.2 Sensoriais

As propriedades sensoriais de um alimento são aquelas características que um consumidor pode perceber diretamente através dos sentidos (olfato, visão, paladar, tato e audição). Ela caracteriza-se por ser uma ciência que objetiva, principalmente, estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição (Figura 6).



**Figura 6** – Características que determinam a qualidade sensorial de um alimento.

Conforme as descrições e diferenciações, as análises sensoriais podem considerar três aspectos: a) qualitativos – descrevem ou definem uma qualidade, ou seja, avaliam subjetivamente as respostas de uma amostra em relação as propriedades sensoriais, constitui a característica percebida (sabor salgado, sabor morango, macio e etc.); b) quantitativos,

atribuem um valor a esta qualidade, ou seja, avaliam a resposta de um grande grupo de consumidores a uma série de perguntas que visam determinar o grau de aceitabilidade global de um produto, mede a intensidade (pouco, muito, intensamente e etc.); c) hedônicos, definem o grau de satisfação que o alimento produz ao consumidor, ou seja, caracterizam aquelas características que expressam o prazer geral sentido pelos consumidores (gostei e não gostei).

Os dois primeiros aspectos (qualitativos e quantitativos) são métodos objetivos que avaliam o produto e devem ser testados por um grupo de pessoas treinadas (painel, grupo de juízes), as quais podem ser considerados como instrumento. Por outro lado, o terceiro (hedônico) é um método subjetivo e dirigido a uma determinada população de consumidores (por exemplo: aceitabilidade de um determinado produto de uma região), e neste caso, deve ser testado por uma grande e representativa amostra da mesma. Também faz-se necessário investigar estudos de mercado, o que pode ocasionar uma certa subjetividade (ISSANCHOU, 1996; CAÑEQUE & SAÑUDO et al., 2005).

#### 3.1.4.2.1 Cor

A cor é uma das características sensoriais mais importantes para a aceitabilidade do consumidor, ela é uma percepção visual resultante da detecção da luz após interação com um objeto. Desta forma, o impacto visual gerado pela cor, sobrepõe-se, frequentemente, ao causado por outros atributos de aparência e odor.

A cor pode ser medida de forma instrumental (sistemática CIE:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) com mais eficácia que da forma normal. O sistema de cores CIE descreve as cores básicas em três qualidades:  $L^*$  é luminosidade,  $a^*$  e  $b^*$  contem a informação de croma. Uma cor dada será representada pelos três números ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). As áreas são  $0 \leq L^* \leq 100$ ,  $-500 \leq a^* \leq 500$ ,  $-200 \leq b^* \leq 200$ . O sistema CIE XYZ descreve uma cor em termos das componentes X, Y e Z primárias. Em circunstâncias ordinárias, todas as três destas componentes devem ser positivas.

Por outro lado, a cor interfere significativamente com outras características organolépticas, por exemplo, uma carne com cor mais escura, possivelmente, inconscientemente ou não, será associada com um sabor mais intenso e/ou com uma maior dureza (SMITH et al., 2000). Desta forma, durante uma análise sensorial é conveniente “desmascarar” com luzes vermelhas e realizar a valoração do produto em sessões diferentes.

Grebitus et al. (2013) avaliou o tipo de sistema de embalagem de carne [atmosfera modificada (MAP) ou inclusão de monóxido de carbono (CO-MAP)] pode alterar as

percepções dos consumidores em relação a cor como atributo de qualidade da carne e influenciar as decisões de compra. Foi verificado que os consumidores estariam dispostos a pagar 0,35 dólares a mais por uma carne mais vermelha (vermelho-cereja).

Estudos mais recentes verificam a influencia dos processos de irradiação na cor da carne bovina (LEE, 2010). Mistura & Colli (2009) verificaram que o processo de irradiação não afeta a concentração de ferro heme em bifes ou hambúrgueres crus ou grelhado oriundos da carne do gado brasileiro e desta forma, os valores de L \*, a \*, b \* permaneceram inalterados e sem diferenças significativas.

Pode-se constatar que as principais causas conhecidas de variação na cor da carne bovina compreendem numerosos fatores de ordem biológica ou zootécnica e tecnologias de atmosferas modificadas e/ou vácuo.

#### 3.1.4.2.2 Flavor

Pode ser impropriamente chamado de "gosto" na linguagem simples. É resultado de um complexo de sensações olfativas, gustativas e trigeminais (GEAY et al., 2001). Representa a sensação de aroma ou fragrância oriundo de uma irritação provocada por um estímulo na cavidade bucal, nariz e garganta (exemplo: uma hortelã fria...).

O flavor é diferente em cada músculo e depende do tipo metabólico (TOURAILLE, 1994; HOCQUETTE et al., 2007). Enfim, é importante determinar o exato momento do flavor, no entanto, este ainda não está completamente elucidado, provavelmente por razões de numerosos fatores implicados na sua composição.

#### 3.1.4.2.3 Odor

É a percepção sentida pelas fossas nasais, através do nariz (TOURAILLE, 1994). Os alimentos têm o seu odor próprio, e um odor diferente pode indicar que o alimento não se encontra em condições para consumo (por exemplo: odor a putrefação).

#### 3.1.4.2.4 Sabor

É percebido na língua. Este atributo está limitado aos quatro sabores tradicionais mais um que foi recentemente descoberto: doce, salgado, ácido e amargo, "umami" e possivelmente outras poucas sensações como metálico, adstringente, quente ou frio (TOURAILLE, 1994).

Estas últimas, podem estar relacionadas com outros alimentos picantes (exemplo: pimenta) ou refrescantes (menta), os quais independente da temperatura que são consumidos originam essas impressões térmicas.

#### 3.1.4.2.5 Textura

A textura, é composta por um conjunto de atributos sensoriais de elevada relevância, uma vez que estas influenciam ou determinam a aceitação/rejeição do alimento. Pode-se definir como a propriedade sensorial que é detectada pelo tato e ouvido, e que se manifesta principalmente quando um alimento sobre o processo de mastigação.

Por outro lado, os termos maciez, suculência, fibrosidade, coesividade, aspereza, entre outros (Tabela 3). Estes são conceitos que podem estar relacionados com a maciez. Desta forma, não se pode falar da textura de um alimento, como se fosse somente esta característica, pois é necessário se referir aos outros atributos da textura (SAÑUDO et al., 2013).

Enfim, o termo textura é de difícil definição. No entanto, segundo a norma da ISO (International Standardization Organization) de 1994, pode ser definida como “o conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de composição/superfície de um produto, detectáveis pelos receptores mecânicos e tácteis e, eventualmente pelos receptores visuais e auditivos”. Esta definição envolve conceitos como:

- a) textura é uma propriedade sensorial;
- b) textura é um atributo sensorial multidimensional;
- c) textura deriva da estrutura da comida (molecular, microestrutural ou macroestrutural);
- d) as características de textura dependem das características químicas e biofísicas dos produtos (BOURNE, 2002).

**Tabela 3** – Definições sensoriais de diferentes termos de textura aplicados à carne.

<b>PROPRIEDADES</b>	<b>DEFINIÇÃO SENSORIAL</b>
<b>Mecânicas primárias</b>	
Dureza	Força requerida para comprimir uma substância nos dentes molares. Também, pode-se dizer que é a dureza inicial da primeira mordida.
Coesividade	Grau exigido até comprimir uma substância entre os dentes antes desta se romper.
Elasticidade	Grau exigido até o qual o produto possa regressar a sua forma original uma vez que já tenha se comprimido entre os dentes.

PROPRIEDADES	DEFINIÇÃO SENSORIAL
<b>Mecânicas secundárias</b>	
Mastigabilidade	Tempo requerido para mastigar a amostra, uma taxa constante de aplicação para reduzir até uma consistência adequada para ser deglutida. Apresenta alta correlação positiva com a maciez.
<b>Geométricas</b>	
Fibrosidade	Facilidade para decompor-se em fibras de certa elasticidade.
Aspereza	Sensação de rugosidade superficial apreciável pelas mucosas bucais.
<b>Composição/Superfície</b>	
Suculência	Facilidade de soltar a água que contem no processo de mastigação e/ou para estimular a secreção salivar.
Untosidade	Capacidade para produzir uma sensação oleosa na cavidade bucal.

Fonte: SAÑUDO, 2013 com adaptações.

Em qualquer dos casos exemplificados na tabela 3, a valorização dos diferentes atributos de textura, como em geral para todas as características da análise sensorial, deve-se realizar segundo a ordem em que aparecem, por exemplo: primeiro, as características de superfície, seguidas da elasticidade e outras propriedades relacionadas com a resistência a deformação; e por último, a mastigabilidade e resíduo que permanecem na boca após a deglutição (SAÑUDO, 2013).

Neste sentido, os atributos mais importantes para a textura da carne são a maciez, suculência e mastigabilidade. Assim, devido a um dos enfoques da referida tese, pode-se citar que de todos os atributos que contribuem para a qualidade da carne, a textura e maciez são os mais relevantes para determinar a aceitabilidade e satisfação do consumidor (ABULARACH et al., 1998; RAMOS & GOMIDE, 2007; WHIPPLE et al., 1990).

A maciez, dentre os vários requisitos que compõem a qualidade da carne, é o item de maior variabilidade (WHEELER, 2005). Já a textura, pode ser considerada a manifestação das propriedades reológicas da carne, ou seja, a manifestação sensorial da sua estrutura e a maneira com que essa reage à força aplicada durante a mastigação e as outras sensações específicas envolvidas no ato da degustação (RAMOS & GOMIDE, 2007). A maciez é um atributo da textura e, como o próprio nome indica, carnes macias são aquelas que apresentam textura macia e, ou, de pouca resistência ao corte (RAMOS & GOMIDE, 2007). Desta forma, qualquer fator que contribua para a textura final da carne terá um impacto sobre a sua maciez.

Portanto, a maciez e a textura da carne bovina são consideradas fatores estratégicos para garantir a estabilidade e expansão dos mercados. Por esse motivo, é importante que a qualidade final da carne seja resultado de todos os processos adequados que ocorrem com o animal durante toda a cadeia produtiva, desde os procedimentos de transporte,

armazenamento, manipulação, exposição até o preparo da carne. Logo, a caracterização da carne bovina produzida pode promover a ampliação de mercados produtores e consumidores.

### 3.1.5 Métodos de avaliação da maciez da carne bovina

Segundo Mondino & Ferrato (2006), os métodos utilizados para avaliar a qualidade da carne pode ser divididos em: 1) métodos subjetivos, baseados no julgamento humano (análise sensorial) e 2) escalas objetivas, baseadas em instrumentos de medição.

#### 3.1.5.1 Sensorial

A análise sensorial pode ser realizada através de um painel treinado (avaliação objetiva) ou através de um painel de consumidores (avaliação hedônica).

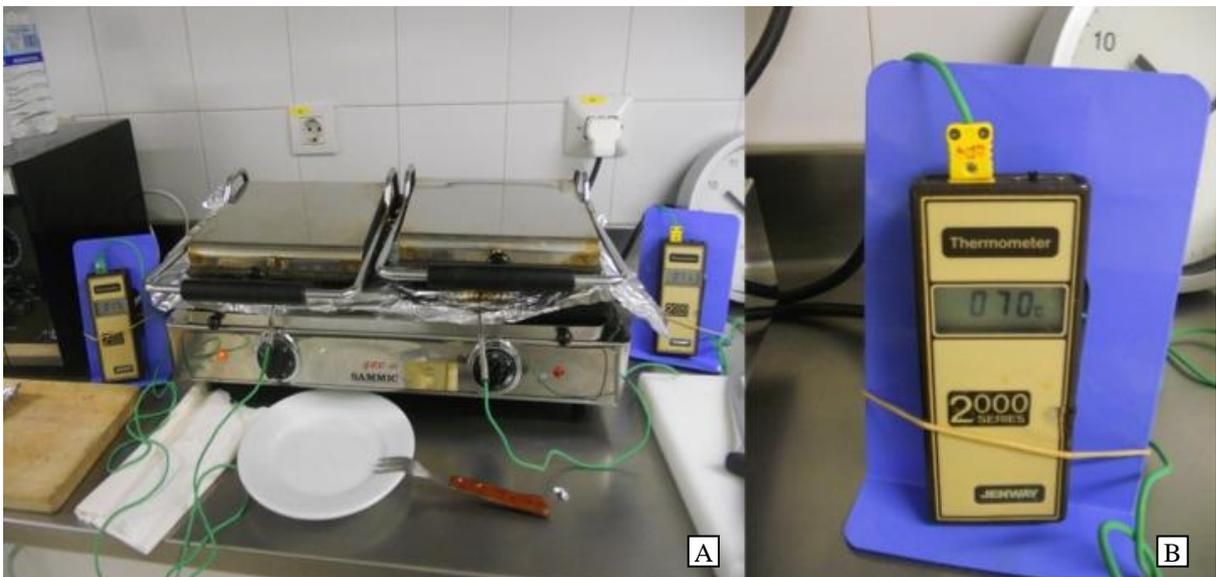
A análise objetiva das características organolépticas do produto implica na seleção e treinamento dos painelistas (geralmente entre oito e doze membros), de maneira geral e específica para cada produto (ISO 1994). Segundo, SAÑUDO et al. (2008), a avaliação do produto será a partir de amostras codificadas, sem a informação para o painalista. Esta deverá ser realizada em cabines de separação individual e ambiente controlado com luz vermelha (Figura 7), para mascarar as possíveis diferenças devido as cor da amostra (quando não seja necessário determinar esse atributo). Normalmente, utiliza-se o músculo *Longissimus dorsi*, exceto quando seja necessário analisar diferentes músculos. Este músculo é cortado em filetes de aproximadamente dois centímetros de espessura e cozido com auxílio de um *grill* elétrico até atingir uma temperatura interna de 70°C (Figura 8). Não se deve provar mais que 12 amostras em uma sessão, devido ao esgotamento sensorial; faz-se necessário dar um intervalo entre sessões.

Por outro lado, na análise subjetiva, os estudos dos consumidores também poderiam ser realizados nas mesmas instalações do laboratório utilizado para o painel treinado. Também, pode-se optar para os consumidores levarem o produto até suas residências e realizarem o processo de cozimento, segundo as características reais de consumo, neste caso, teria o inconveniente de ter necessidade de maiores quantidades de amostras para o estudo e maior duração do teste, assim como estimar uma avaliação para os tratamentos de cozimento utilizados. De qualquer forma, a seleção da população de consumidores é um ponto crítico para estas análises, pois ela deve ser representativa, pelo menos em sexo e distribuição de idade (SAÑUDO, 2013).



**Figura 7** – Cabines individuais utilizadas para teste de painelistas treinados na Universidade de Zaragoza (UNIZAR), Espanha. Legenda: A = com luz branca em ambiente controlado, B = com luz vermelha em ambiente controlado.

Foto do arquivo pessoal de Jackeline Karsten Kirinus, fotografada durante a realização do Estágio de doutorado sanduíche financiado pela CAPES/PDSE.



**Figura 8** – Grill elétrico (A) e termômetro (B) utilizados para cozimento e verificação da temperatura interior das amostras de carne valoradas nos testes de análise sensorial em estudos realizados pela Universidade de Zaragoza (UNIZAR), Espanha.

Foto do arquivo pessoal de Jackeline Karsten Kirinus, fotografada durante a realização do Estágio de doutorado sanduíche financiado pela CAPES/PDSE.

### 3.1.5.2 Textura

A avaliação instrumental pela mensuração da força de cisalhamento tem sido a principal ferramenta utilizada em estudos envolvendo a textura da carne (PINTO et al., 2010a). A força de cisalhamento é definida como a força que divide a amostra em partes contíguas por um deslizamento relativo de uma sobre a outra, numa direção paralela aos seus planos de contato obtendo a separação da amostra quando se aplica força de corte ou uma mudança de posição. Segundo SMITH et al. (1969), a combinação dos métodos de compressão e cisalhamento simula a mesma ação causada pelos dentes nos alimentos, ou seja, compressão seguida de cisalhamento.

O método mais utilizado para avaliação da textura é o método mecânico de corte ou cisalhamento. Dentre os equipamentos utilizados para determinação da maciez de carnes, os mais utilizados são a célula de Warner-Bratzler Shear e Texturômetros, com destaque para o modelo TAXT21 (INSTRON) produzido pela Stable Micro System.

O Warner-Bratzler é, sem dúvida, o mais utilizado e aceito para determinação da maciez de carnes. O dispositivo é exclusivamente mecânico e composto por uma lâmina de aço com espessura de aproximadamente 1 mm (milímetro) e um orifício triangular no meio encaixado em uma esquadria que desliza a amostra através da lâmina.

O método de cozimento a vácuo em banho maria a 70°C por uma hora é o mais utilizado. Também, é possível cozinhar no forno a 156°C até que a amostra alcance a temperatura interna de 70°C. Em qualquer dos casos, a carne deve estar inicialmente na temperatura ambiente. Além disso, pode-se eleger o método de compressão de carne crua com célula modificada que permite somente a elongação em direção as fibras musculares (SAÑUDO et al., 2008).

### 3.1.5.3 Moleculares

Tendo em vista as dificuldades encontradas para se entender todo o processo bioquímico no qual estão envolvidas a ativação de enzimas proteolíticas e a degradação das proteínas miofibrilares, os métodos moleculares vêm conquistando espaço neste contexto (PAGE et al., 2002; PAGE et al., 2004).

A variabilidade das características musculares dos animais explica somente entre um terço e um quarto da variabilidade encontrada na maciez, devido a esta ser uma característica de difícil mensuração (RENAND et al., 2001). Isto sugere que outras características

musculares, sem identificação até o momento, contribuam em grande parte para a variabilidade total (BERNARD et al., 2007). Neste sentido, a maciez da carne bovina representa um conjunto complexo de diferentes vias celulares, onde os estudos de genômica mostram que muitas proteínas podem ser consideradas como importantes marcadores desta característica (GUILLERMIN et al., 2011).

Diversos marcadores moleculares (toda e qualquer característica herdável presente no DNA e que diferencia dois ou mais indivíduos) associados a genes responsáveis pela maciez apresentam grande importância para o setor cárneo. Segundo Cañeque & Sañudo (2005), um marcador de DNA, para ser utilizado em identificação genética e em sistemas de rastreabilidade, necessita reunir as seguintes características:

- a) ser polimórfico, ou seja, apresentar diferentes formas genéticas (alelos) em uma população que permita diferenciar indivíduos;
- b) ser estável, para que as mutações não possam influenciar os resultados;
- c) seleccionar marcadores distribuídos no mesmo gene;
- d) ser de domínio público, e não ser submetido a nenhum tipo de patente, o que impeça sua reprodução e aplicação;
- e) ter um baixo custo financeiro, tanto na obtenção quanto na aplicação das técnicas para análises;
- f) ser interpretado de forma fácil e objetiva;
- g) requerer pouca quantidade e qualidade de material para análise de DNA;
- h) ser facilmente reproduzido em diferentes laboratórios, assim como proporcionar o intercâmbio de informações de animais analisados em distintos locais;
- i) ser passível de automatização para aumentar o rendimento e baixar os custos financeiros.

Assim, a utilização de marcadores moleculares para diagnóstico permite uma previsão precoce do potencial genético do animal para produção de carne com alta qualidade, além de tornar dispensável o abate do animal para avaliação fenotípica.

Em biologia molecular, a principal técnica utilizada para a detecção de marcadores moleculares baseia-se na reação em cadeia da polimerase (PCR), que permitiu a automação e a simplificação das etapas de obtenção dos padrões genotípicos (CASSAR-MALEK et al., 2008). Nessa técnica, fragmentos de DNA específicos são replicados *in vitro* e isso resulta na

produção de milhares de cópias da seqüência desejada, em quantidade suficiente para permitir a visualização do DNA, sem a necessidade de métodos indiretos. Ainda, pode-se ressaltar a análise de SNPs é amplamente utilizada para a verificação das mutações.

Os primeiros métodos de biologia molecular de alto rendimento a serem desenvolvidos foram métodos de seqüenciamento. Portanto, a sequenciação de genomas de muitas espécies foi alcançada, ou está em progresso. Isto facilitou melhor a compreensão da estrutura do genoma e a identificação de polimorfismos (principalmente o SNP), que permitiram o mapeamento genético mais preciso. Na ciência carne bovina, isto contribuirá para uma identificação mais rápida de marcadores genéticos que serão úteis para a reprodução animal, com o objetivo de melhorar a qualidade de carne (HOCQUETTE et al., 2007).

Neste sentido, é importante manter-se atualizado com as pesquisas globais nessa área, buscando uma aplicação prática desses trabalhos a fim de caracterizar e controlar melhor a carne bovina produzida. Portanto, os métodos moleculares constituem-se uma alternativa à caracterização fenotípica tradicional, que muitas vezes apresentam subjetividade nos resultados. Além disso, inúmeros estudos que vêm sendo realizados em bovinos propõem a existência de uma associação dos genes da calpaína e calpastatina com a maciez da carne bovina.

### 3.1.6 Marcadores moleculares relacionados com a maciez da carne bovina

#### 3.1.6.1 Calpaína

No contexto molecular, o gene da calpaína (*CAPN*) codifica para  $\mu$ -calpaína e esta localizado no cromosoma 29 (BTA 29) de bovinos (CASAS et al., 2005). Diversos marcadores moleculares do gene *CAPN* foram relacionados ao processo de seleção hereditária em *Bos indicus* e *Bos taurus*, onde relatou-se um alto nível de significância deste gene com a força de cisalhamento da carne bovina.

Page et al. (2002) avaliaram dois SNPs do gene *CAPN1*. O primeiro, localizado no marcador *CAPN1\_316* (exon 9) que altera a seqüência da proteína por substituição dos aminoácidos alanina/glicina no domínio II e influencia o peptídeo final; e o segundo, marcador *CAPN1\_530* (exon 14), que afeta a cadeia de aminoácidos no domínio III da proteína na substituição de isoleucina/valina.

Por outro lado, White et al. (2005) mostrou que o marcador de maciez *CAPN1\_4751* (intron 17) tem relação tanto para *Bos taurus* e *Bos indicus* assim como para seus

descendentes híbridos, e concluiu que os marcadores 316 e 4751 são preferidos como uma ferramenta para guiar a seleção, porque mostram a associação de maciez em uma grande variedade de populações quando comparados ao marcador 530. O mesmo autor afirma que os marcadores *CAPN1\_4753* e *CAPN1\_5331* não apresentaram frequências satisfatórias em amostras oriundas de animais *Bos taurus*.

Desta forma, segundo alguns autores pode-se sugerir que a variação genética do marcador *CAPN1\_4751* em *Bos indicus* está associada com a variação da força de cisalhamento em 7 e 21 dias *post mortem*. White et al. (2005) associou o alelo T com os maiores valores da força de cisalhamento e com a maior frequência nos animais *Bos indicus*. Este marcador foi, portanto, também testado em raças *Bos taurus*, onde o alelo mais frequente foi o C, associado aos menores valores da força de cisalhamento.

Costello et al. (2007) encontraram resultados semelhantes em relação marcador 316, mas conflitantes para o marcador 530. Entretanto, Frylinck et al. (2009) afirma que os marcadores 316 e 530 da calpaína podem ser usados como guia de seleção em *Bos taurus*, mas não apresentam altas frequências em bovinos da raça Brahman (*Bos indicus*).

Por outro lado, estudos recentes realizados por Barendse et al. (2008) encontraram significativos efeitos de substituição em haplótipos de três raças: Brahman, Belmont Red e Santa Gertrudis. Este autor sugere que os marcadores estudados (*CAPN3*, *APN3*), localizado em BTA 10, podem ser responsáveis por parte da diferença global entre as raças taurina e zebuínas na maciez da carne. Acredita-se que a maior variabilidade na maciez da carne foi encontrada nas raças zebuínas e cruzas; tal afirmativa, sugere que nenhum desses SNPs testados são mutações causais.

### 3.1.6.2 Calpastatina

O gene da calpastatina (*CAST*), mapeado em BTA 7, por Bishop et al. (1993) é considerado um gene candidato para a maciez da carne. No entanto, estudos iniciais não detectaram associação significativa de polimorfismos para a maciez da carne (LONERGAN et al., 1995; CHUNG et al., 1999). Pode-se constatar que em ambos os estudos, o tamanho amostral era pequeno, o que pode ter contribuído para a não identificação das associações.

Em 2001, Chung et al. (2001a) identificou pela primeira vez a alteração genética no domínio L do gene *CAST* bovino no intron 6 (acesso Genbank número L14450); e mais tarde, os resultados indicaram que a utilização da genotipagem deste marcador permitiria a

identificação de animais com atividade enzimática favorável de calpastatina e características da carcaça (CHUNG et al., 2001b).

No âmbito mundial, Barendse (2002) identificou e patenteou um SNP caracterizado pela transição de uma adenina por uma guanina na região 3'UTR do gene calpastatina, o *CAST\_2959* (exon 30). Este polimorfismo tem sido utilizado em técnicas de genotipagem utilizando espectrometria de massa e de associações significativas com as características relacionadas à qualidade da carne de bovinos de corte (CASAS et al, 2006; MORRIS et al, 2006). Além disso, o mesmo já foi descrito em técnicas de PCR-RFLP através da análise do mapa de restrição da sequência, uma vez que está localizado no sítio de reconhecimento da enzima Dde I (CURI et al., 2008). A predominância do alelo A em *CAST\_2959* foi relatada por Curi et al. (2009) e Ribeca et al. (2012).

Outro SNP, o *CAST\_UoG* (intron 5) foi reportado por Schenkel et al. (2006), este é um produto de substituição de uma guanina por uma citosina na base 282 do gene *CAST* e seu nome deriva da University of Guelph (Guelph, Ontario, Canadá) onde se realizaram estudos com este marcador ([www.uoguelph.ca](http://www.uoguelph.ca)). Foi verificado uma maior frequência para o alelo C, do que do alelo G, e desta forma, os autores sugerem que animais com o haplotipo CC teriam uma carne mais macia nos período *post mortem*, além de evidenciar esse SNP como elemento que afeta outras importantes características de carcaça, tais como a produção de gordura.

Em estudos de associação de polimorfismos da calpastatina em animais da raça Piemontese, Ribeca et al. (2013) encontraram menores frequências para o alelo G no SNP *CAST\_UoG* (base 282), localizado no intron 5. Todavia estes resultados estavam de acordo com os relatados em um estudo anterior sobre o gado Piemontese (LISA & DI STASIO, 2009). Também, Pinto et al. (2010b) encontraram resultados muito semelhantes para polimorfismos e testes de associação com os valores obtidos para *CAST\_UoG* e *CAST\_WSU*.

Outro SNP da calpastatina relacionado com as características de qualidade da carne é o *CAST\_2870*, localizado no exon 30 da região 3'UTR do gene. Corva et al. (2007) encontrou maior frequência do alelo G em uma população de cruzamento de animais Angus e Hereford. O mesmo resultado foi obtido por Ribeca et al. (2013) em animais da raça Piemontese.

Portanto, com relação as aplicações moleculares, pode-se visualizar em estudo realizado na Argentina, no "Sumário Consolidado de touros Angus do Mercosul\_2012" que indivíduos com variantes alélicas (genéticas) mais favoráveis (+) para os marcadores da calpaína e calpastatina apresentam uma forte correlação significativa ( $p < 0,001$ ) com a maciez da carne, medida por WBSF (1 quilo menos de força de corte). Por simplicidade, a variante alélica de maior maciez se identifica como (+) e a de menor maciez como (-). Desde

modo, para cada marcador, os animais podiam ser ++ (homozigotos para maior maciez), -- (homozigotos para menor maciez), ou +- (heterozigotos). O genótipo mais favorável para a maciez (6 positivos) para *CAST\_2959*, *CAPN1\_316*, *CAPN1\_4751* foi ++ ++ ++, respectivamente, enquanto o menos favorável foi -- -- --. Dentro destas variantes extremas têm-se 27 possíveis combinações que indicam maior ou menor maciez (ou força de corte) de acordo como se apresentam estes três marcadores em um reprodutor particular. O marcador molecular *CAST\_2959* é utilizado pela empresa australiana GeneSTAR<sup>®</sup>, enquanto a empresa americana Igenity<sup>®</sup> utilizada o *CAST\_UoG*. Em consequência, todo o expressado anteriormente é válido, somente foi necessário substituir o *CAST\_2959* por *CAST\_UoG*. Isto significa, que a diferença de menor força de corte é a mesma (um quilo), independente do marcador molecular que foi usado para a calpastatina, sempre e quando o genótipo combinado for o mais favorável (++ ++ ++) com respeito ao menos favorável (-- -- --).

Nombre	Registro CP Año	Nacer			Destete			Leche			Final			C.E.			A.O.B.			E.G.D.			Termeza (S.A.M.)				
		NH	DEP Accu	Per	NH	DEP Accu	Per	NN	DEP Accu	Per	NH	DEP Accu	Per	NH	DEP Accu	Per	NH	DEP Accu	Per	NH	DEP Accu	Per	CAST 2959	CAST UoG	CAPN 316	CAPN 4751	
Toro A	724509 ARG 2004	528	-1.4 0.99	4	509	+8.6 0.98	7	400	+6.7 0.93	2	286	+14.9 0.94	6	121	+1.2 0.96	1	11	-0.6 0.56	66	11	-0.0 0.57	54	+	-	+	-	-
Toro B	0077835 BRA 2003	419	+0.2 0.97	62	394	+5.2 0.95	14	233	-1.1 0.91	64	307	+9.3 0.91	16	134	0.0 0.94	47	58	3.7 0.89	1	58	-0.6 0.90	97	++	++	--	+	-

**Figura 9** – Como interpretar o sumário de pais Angus consolidado do Mercosul

Todavia, o efeito destes genes não explica a totalidade da variabilidade genética da característica estudada. Além disso, em algumas raças estes alelos são fixos e a variabilidade da característica não esta atribuída aos mesmos. Nestes casos, é possível que outros genes sejam responsáveis por esta variabilidade. Entre eles, destaca-se a chaperoninas (heat shock proteins, HSP), que são proteínas protetoras que participam em mecanismos de apoptose celular; e a leptina, relacionada com a deposição de gordura.

### 3.1.6.3 Chaperoninas (heat shock proteins, HSP)

As chaperonas, co-chaperonas e “Heat Shock Factors” constituem a maquinaria celular para a manutenção correta da conformação das proteínas, cujo o bom funcionamento depende da correta forma da sua estrutura tridimensional (FINK, 1999).

As chaperonas são estimuladas por fatores de estresse (temperatura, umidade, hipoxia, entre outros) devido a mudança na conformação e desnaturalização das proteínas celulares.

Elas podem atuar tanto na recuperação da conformação natural das proteínas, como na realização de outras funções celulares até agora desconhecidas. É possível que também estejam relacionadas aos processos de maciez, pois formam um complexo ativo com as caspases, impedindo suas funções; além de proteger proteínas diana, impedindo sua degradação e reparando as estruturas iniciais e ativas de proteínas que tenham sofrido danos estruturais (PICARD et al., 2010; GUILLERMIN et al., 2011).

Também, foi encontrado outro gene (*HSPB1*) que codifica uma chaperona (HSP27), ela foi relacionada com a dureza da carne, a resistência do estresse e a organização da actina. Estudos recentes, demonstraram que esta chaperona têm ação anti-apoptótica, além de ser capaz de atuar em componentes importantes da rota de sinalização, como por exemplo, a ativação das caspases (YOU et al., 2012). Por outro lado, Ouali et al. (2006) detectaram uma relação das chaperonas HSP70, HSP27 com a maciez da carne bovina.

Dependendo da maciez da carne, 146 genes podem ser expressos de forma diferente em bezerros de idades variadas (BERNARD et al., 2007). Destes, destacam-se o gene *DNAJ1*, que tem uma forte correlação negativa com a maciez e explica 63% da variabilidade. Este gene codifica uma chaperona de 40 KDa, a HSP40 (GUILLERMIN et al., 2011), que por sua vez apresenta grande influência na maciez da carne bovina, classificada como uma família de proteínas conservadas responsáveis pela manutenção de funções celulares essenciais a vida, como o empacotamento protéico e apoptose celular. Assim, tem-se que as chaperoninas da família HSP, como as HSP40 e HSP70, são proteínas de choque térmico associadas ao estresse e condições ambientais, também conhecidas como “heat shock proteins” (FINK, 1999; OUALI et al., 2006).

Finalmente, outra chaperona, a  $\alpha$ B-cristalin codificada pelo gene *CRYAB*, relacionada com a maciez da carne (SUN & MACRAE, 2005). Esta chaperona está relacionada com a proteção dos filamentos intermediários, estabilização e proteção de proteínas diana impedindo sua agregação irreversível (BERNARD et al., 2007).

#### 3.1.6.4 Leptina

Em bovinos, a leptina controla a deposição de gordura subcutânea e intramuscular, afeta a terminação do animal para peso de abate e a palatabilidade da carne, aumentando a maciez e a succulência da carne (HAEGEMAN et al., 2000; BUCHANAN et al., 2002; GEARY et al., 2003).

Devido à sua importância, Lara et al. (2011) sugerem que o SNP305 pode auxiliar na identificação de animais com potencial para produção de carcaças com acabamento satisfatório, além de afetar indiretamente a qualidade da carne bovina.

#### 3.1.6.5 Kits comerciais

Recentemente, testes para detectar a presença de mutações associadas com a maciez da carne bovina e que utilizam polimorfismos genéticos do genes da calpastatina e/ou calpaína foram disponibilizados por empresas privadas.

O primeiro comercialmente testado foi o GeneSTAR (Genetic Solutions Pty. Ltd., Albion, Austrália), um teste de sensibilidade utilizado para detectar a substituição G/A (AF159246, base 2959) localizada a região 3'UTR do SNP *CAST\_2959*.

O segundo teste foi TenderGENETM IGENITY (Merial Ltd., Atlanta, GA), utilizado para detectar a mutação de substituição G/C (AY008267, base 282), localizado no intron 5 do SNP *CAST\_UoG* do genoma bovino (SCHENKEL et al., 2006).

#### 3.1.6.6 Perspectivas genômicas

Ainda no contexto anterior, Guillermin et al. (2011) relatou três proteínas, nunca antes estudadas em relação a maciez, são elas: SUMO4 (GUO et al., 2005), H2AFX (YANG et al., 2010) e TP53 (GRIGORIAN et al., 2001). Estas proteínas são caracterizadas por certas funções de regulação e podem ser responsáveis para o equilíbrio entre as vias de apoptose ou estresse. Este trabalho também identificou caminhos celulares fortemente envolvidos nos processos de amaciamento da carne: apoptose, funções HSP e resistência ao estresse oxidativo; e por fim ressalta que o papel destas vias é diferente entre os tipos de músculos.

Logo, pode-se constatar que é difícil ter uma visão geral do atributo maciez em termos de vias celulares. Nos últimos anos, muitos estudos têm sido realizados para a compreensão dos processos biológicos que contribuem para a maciez da carne bovina. Em particular, a utilização de técnicas de genômica funcional que revelem genes ou proteínas tal como marcadores moleculares de qualidade sensorial da carne (maciez, sabor, suculência).

A utilização da genômica funcional permite pesquisar centenas de marcadores biológicos de maciez, milhares de genes ou proteínas a fim de estabelecer uma lista com possíveis potenciais marcadores de maciez, e incluso possibilitar o desenvolvimento de

marcadores moleculares por seleção assistida (MAS) através dos métodos de seleção genômica ou melhorias para a predição da qualidade da carne.

Cabe salientar que os estudos já mencionados dos marcadores (*CAPN1* e a *CAST*) explicam somente 20% da variância genética aditiva. No entanto, este valor já representa um grande avanço para a seleção objetiva de animais pelo atributo de maciez da carne bovina, tendo em vista que pode-se realizar por exemplo, um estudo em nível populacional. Neste sentido, por exemplo, as frequências gênicas obtidas pelas variantes favoráveis (+) do marcador *CAST\_2959*, marcador *CAPN1\_316* e do marcador *CAPN1\_4751* podem possibilitar abrir novas expectativas e ferramentas de trabalho com os MAS a fim de selecionar animais com característica desejável de maciez, atributo este mais exigido pelos consumidores de carne bovina, tanto no mercado interno como no externo.

Por sua vez, sabe-se que a eficiência reprodutiva é a característica mais importante em bovinos de carne; atualmente, existem inúmeros avanços através da utilização das DEPs de certas características quantitativas associadas, em parte para esta eficiência (peso ao nascer, facilidade de parto, circunferência escrotal, etc.). No entanto, muito pouco se avançou através da avaliação genômica, mas as expectativas são muito promissoras a médio prazo.

Portanto, os genes (*DNAJA1*, *HSPB1* e *CRYAB*), junto com a *CAPN* e a *CAST* (Tabela 4) podem ser considerados possíveis candidatos relacionados com a maciez, uma vez que encontraram-se variantes genéticas com efeito significativo sobre esta característica. Assim, estes genes poderiam ser inseridos em programas de marcadores genéticos como certificadores das raças estudadas na busca com um produto de qualidade diferenciada.

**Tabela 4** – Principais marcadores moleculares da calpaína (*CAPN*) e calpastatina (*CAST*) relacionados com a maciez da carne bovina

<b>Gene</b>	<b>Marcadores</b>	<b>Referencia autor, ano</b>	<b>Local do estudo</b>	<b>Posição no BTA</b>	<b>Número de acesso no GenBank e posição da base</b>	<b>Localização e mutação (SNP)</b>
<i>CAPN</i>	<i>CAPNI_316</i>	Page et al., 2002	USA e Nova Zelândia	BTA29	AF252504, base 5709	Exon 9 - C/G
	<i>CAPNI_530</i>	Page et al., 2002	USA e Nova Zelândia	BTA29	AF248054.2, base 4558	Exon 14 – A/G
	<i>CAPNI_4751</i>	White et al., 2005	USA	BTA29	AF248054.2, base 6545	Intron 17 - C/T
	<i>CAPNI_4753</i>	Casas et al., 2005	USA	BTA29	AF248054.2, base 8676	Intron 21- A/C
	<i>CAPNI_5331</i>	White et al., 2005	USA	BTA29	AF252504.2, base 327	Intron 1 - A/T
	<i>CAPN3, APN3</i>	Barendse, 2008	Austrália	BTA10	AF115744.1, base 1538+225	Exon 6 - G/T
<i>CAST</i>	<i>CAST_UoG</i>	Schenkel et al., 2006	Canadá	BTA7	AY008267, base 282	Intron 5 – G/C
	<i>CAST_WSU</i>	Garcia et al., 2006	USA	BTA7	AY008267, base 263	Exon 4 – C/T
	<i>CAST_2870</i>	Corva et al., 2007	Argentina	BTA7	AF159246.1, base 2870	Exon 30_3'UTR - A/G
	<i>CAST_2959</i>	Barendse, 2002	Austrália	BTA7	AF159246.1, base 2959	Exon 30_3'UTR - A/G

## 3.2 Capítulo 2 - Caracterização do consumo de carne bovina

Este capítulo está organizado da seguinte forma: inicialmente será realizada uma breve introdução e justificativa sobre o comportamento do consumidor e a importância dos questionários na caracterização do consumo de carne bovina.

Posteriormente, será descrita a metodologia deste estudo (processo de amostragem e técnicas utilizadas para cada população).

Seguidamente, para facilitar o entendimento, o item "resultados e discussão" será dividido em uma seção de cinco artigos científicos, sendo quatro deles disponíveis no item 3.2.3.1 (três publicados e um aceito) e um disponível no anexo 6 (a ser submetido). E por fim, constará uma conclusão geral do respectivo capítulo 2.

### 3.2.1 Introdução

Os consumidores são caracterizados como aqueles indivíduos que de alguma forma adquirem bens, e ocupam a posição final nas cadeias produtivas. O seu comportamento tem sido cada vez mais estudado com a finalidade de compreender suas necessidades, gostos e exigências. O comportamento do consumidor é guiado por suas características psicológicas, pessoais, sociais, culturais e pelos estímulos ambientais aos quais está submetido constantemente, através das diversas opções de bens e serviços que podem adquirir ao fazer suas escolhas.

Neste sentido, estudos envolvendo o comportamento do consumo de carne bovina já foram realizadas no Brasil (DELGADO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2009). No entanto, devido às particularidades de cada mercado e os diferentes comportamentos dos consumidores de uma localização geográfica para outra, estudar as características de consumo regional pode contribuir significativamente para a compreensão das demandas dos consumidores por produtos de qualidade e quais são as características específicas procuradas por estes. Assim, avaliar a carne produzida é necessário para conhecer as características econômicas do produto a ser consumido, além de correlacionar e analisar as faixas etárias dos consumidores, escolaridade e suas respectivas rendas familiares.

Este capítulo constitui-se numa ferramenta de grande importância, visto que a identificação dos principais cortes consumidos e análise do que significa carne com alto grau de qualidade para o consumidor, permitirá identificar o perfil do consumidor no município de

Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil (Latitude: 29 ° 41 '03 "S e Longitude: 53 ° 48 '25 "W), e também possibilitará uma contribuição para o sistema de produção dos produtos cárneos.

Para a realização deste trabalho, foi utilizada a pesquisa de campo com coleta de dados primários aplicada aos consumidores de carne bovina no período de março a abril de 2011 conforme o grau de escolaridade, renda e idade. A coleta dos dados foi realizada mediante realização de entrevistas com aplicação de formulários estruturados (anexo 1). O questionário mesclou questões fechadas e abertas com o intuito de obterem-se dados qualitativos e quantitativos (GIL, 1999; NEUMAN, 2009).

A aplicação dos questionários foi realizada por um grupo de entrevistadores experientes. Estes explicaram aos consumidores suas breves características e responderam a qualquer dúvida existente antes da resposta final do entrevistado; desta forma, foi obtido um padrão e garantia de que todas as perguntas foram respondidas. O trabalho contou com a aprovação do comitê de ética segudo no Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 06049312.3.0000.5346.

A entrevista é uma técnica bastante utilizada nas pesquisas de âmbito social e possibilita a obtenção de informações de forma eficiente. A entrevista estruturada tem como característica a relação fixa de perguntas pré-formuladas, que permite a padronização das respostas para um número grande de entrevistados e é adequada à realização dos levantamentos e análise estatística dos resultados obtidos.

### 3.2.2 Material e métodos

#### 3.2.2.1 Amostragem

A amostragem é uma ferramenta estatística utilizada quando a população (conjunto total dos elementos que se busca analisar) é composta por um número muito grande de elementos, o que impossibilita o acesso a toda a população para a coleta dos dados. Assim, uma amostra é selecionada, com número e característica significativos de elementos dentro da população, para que os resultados da amostra sejam suficientemente informativos para se inferir conclusões a cerca de parâmetros de toda a população em análise (LEVY & LEMESHOW, 2009).

Para que a amostragem seja uniforme, optou-se por dividir a população em extratos denominados:

- 1) grupos de pessoas escolhidas em aleatório (transeuntes) que passam pelo Calçadão Salvador Isaiás,
- 2) grupo de idosos;
- 3) consumidores de mercados (transeuntes) distribuídos pelos bairros da cidade;
- 4) estudantes de graduação dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Desta forma, para o grupo de entrevistados no Calçadão Salvador Isaiás, a técnica de amostragem utilizada é a amostragem aleatória simples para população infinita, que será calculada com a seguinte fórmula para tamanho mínimo da amostra do calçadão:

$$n = \left( \frac{t_{\alpha, \frac{\alpha}{2}} \times s}{e_0} \right)^2$$

Onde:

$n$  = tamanho mínimo da amostra calculada;

$t_{\alpha, \frac{\alpha}{2}}$  = valor de  $t_{tab}$  admitindo  $\alpha = 5\%$ ;

$s$  = desvio-padrão obtido através da amostra piloto;

$e_0$  = erro amostral, obtido com os dados da amostra piloto.

Para os demais grupos (idosos, consumidores de supermercados e estudantes da UFSM) foi utilizada a técnica de amostragem aleatória simples, para população finita e conhecida, calculada conforme Schneider (2004), através da seguinte fórmula:

$$n = \frac{(t_{\alpha, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2 \times N}{e_0^2 (N - 1) + (t_{\alpha, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2}$$

Onde:

$n$  = tamanho mínimo da amostra calculada;

$t_{\alpha, \frac{\alpha}{2}}$  = valor de  $t_{tab}$  admitindo  $\alpha = 5\%$  ;

$s^2$  = variância obtida através da amostra piloto;

$N$  = tamanho da população;

$e_0^2$  = quadrado do erro amostral, obtido com os dados da amostra piloto.

Para a determinação do tamanho das amostras, foi realizada uma pesquisa piloto com pelo menos 30 integrantes de cada grupo, a fim de obter as informações necessárias para o cálculo. Procurou-se atingir um nível de confiança de 95%.

### 3.2.2.2 Grupo de entrevistados do calçadão Salvador Isaías

O cálculo do tamanho mínimo da amostra foi realizado conforme o apresentado abaixo:

$$n = \left( \frac{2,042 \times 0,397}{0,05} \right)^2$$

$$n = 262,87 \cong 263 \text{ pessoas}$$

Para fins de cálculo, utilizou-se o desvio padrão de 0,397 quilogramas de carne consumida por semana, cuja a média era de 1,45 quilogramas. Considerou-se um erro amostral de 5%.

A amostra mínima calculada para este grupo foi de 263 pessoas escolhidas aleatoriamente no Calçadão Salvador Isaías.

### 3.2.2.3 Grupo de idosos

Conforme classificação do IBGE, os idosos representam as pessoas na faixa etária acima de 60 anos de idade. Segundo o Censo Demográfico de 2000 (IBGE), a população residente em Santa Maria com 60 anos ou mais é de 26.423 habitantes.

O estudo piloto revelou uma média de consumo de carne bovina de 1,85 quilogramas por semana, com desvio padrão de 0,288 quilogramas. Assumiu-se um erro amostral de 5%.

$$n = \frac{2,042^2 \times 0,288^2 \times 26423}{0,05^2 \times (26423 - 1) + 2,042^2 \times 0,288^2}$$

$$n = 137,62 \cong 138 \text{ pessoas}$$

O cálculo do tamanho amostral apresentado abaixo resultou em 138 idosos.

### 3.2.2.4 Consumidores em supermercados distribuídos pelos bairros da cidade

Segundo dados do Censo de 2000 realizado pelo IBGE, a população de Santa Maria era de 248.334 habitantes. A população está distribuída por bairros, alocados em oito zonas administrativas, as quais usamos como estratos para a divisão de nossa amostra. O público foi entrevistado no exterior dos supermercados distribuídos pelas zonas correspondentes.

Para fins de cálculo da amostra, utilizou-se um desvio padrão de 0,389 quilogramas de carne e um erro amostral de 5%. Assim, amostra calculada para toda a cidade de Santa Maria foi de 264 pessoas:

$$n = \frac{2,042^2 \times 0,398^2 \times 248334}{0,05^2 \times (248334 - 1) + 2,042^2 \times 0,398^2}$$

$$n = 263,93 \cong 264 \text{ pessoas}$$

A amostra total foi distribuída proporcionalmente pelos estratos, conforme o Tabela 1 abaixo:

**Tabela 1** – População de Santa Maria, proporções dos estratos e amostra proporcional.

ZONA	POPULAÇÃO	PROPORÇÃO	AMOSTRA
Centro Urbano	61.314	29%	76
Norte	27100	13%	34
Nordeste	29925	14%	37
Leste	15794	7%	20
Centro-leste	7543	4%	9
Sul	16772	8%	21
Centro-oeste	18308	9%	23
Oeste	35654	17%	44
<b>TOTAL</b>	<b>212.410</b>	<b>100%</b>	<b>264</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE (2000) e da Prefeitura Municipal de Santa Maria.

### 3.2.2.5 Estudantes de graduação dos diferentes centros de ensino da UFSM

Os alunos de graduação da UFSM totalizaram 12.496 estudantes matriculados no primeiro semestre de 2010 (DERCA/PROGRAD)<sup>1</sup>. Com objetivo de atingir estratos mais homogêneos para uma amostra coerente da população deste grupo, os alunos de graduação foram separados pelos oito centros de concentração da UFSM e o Colégio Politécnico que compreendem cursos em áreas relacionadas, distribuindo-se da seguinte maneira: Centro de Artes e Letras, CAL (1091 estudantes); Centro de Ciências Naturais e Exatas, CCNE (1484 estudantes); Centro de Ciências Rurais, CCR (1888 estudantes); Centro de Ciências da Saúde, CCS (1958 estudantes); Centro de Ciências Sociais e Humanas, CCSH (2997 estudantes); Centro de Educação, CE (781 estudantes); Centro de Educação Física e Desporto, CEFD (534 estudantes); Centro de Tecnologia, CT (1763 estudantes); e Colégio Politécnico, CP (375).

Conforme o estudo piloto, utilizou-se um desvio padrão de 0,275 quilogramas de carne consumida e um erro amostral de 5%. Assim, o tamanho da amostra para cada centro de ensino da UFSM foi calculado e está representado no Tabela 2.

$$n = \frac{2,042^2 \times 0,275^2 \times 12496}{0,05^2 \times (12496 - 1) + 2,042^2 \times 0,275^2}$$

$$n = 124,88 \cong 125 \text{ pessoas}$$

O tamanho total da amostra foi de 125 estudantes, com 95% de confiança e estão distribuídos proporcionalmente pelos estratos conforme o apresentado na Tabela 2:

**Tabela 2** – População, proporção e amostra para cada centro de ensino da UFSM.

CENTRO	MATRÍCULAS 2010/I	PROPORÇÃO	AMOSTRA
Centro de Artes e Letras	1091	8,5%	11
Centro de Ciências Naturais e Exatas	1484	11,5%	14
Centro de Ciências Rurais	1888	14,7%	18
Centro de Ciências da Saúde	1958	15,2%	19

<sup>1</sup> Foram excluídos do total dos estudantes de graduação da UFSM os referentes ao Centro de Educação Superior Norte (CESNORS) em Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, e à Unidade Descentralizada de Educação Superior de Silveira Martins (UDESSM).

<b>CENTRO</b>	<b>MATRÍCULAS 2010/I</b>	<b>PROPORÇÃO</b>	<b>AMOSTRA</b>
Centro de Ciências Sociais e Humanas	2997	23,3%	29
Centro de Educação	781	6,1%	8
Centro de Educação Física e Desporto	534	4,1%	5
Centro de Tecnologia	1763	13,7%	17
Politécnico	375	2,9%	4
<b>TOTAL</b>	<b>12871</b>	<b>100,0%</b>	<b>125</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do DERCA/PROGRAD (2010).

Para comprovação dos cálculos amostrais, a população total estimada foi de 790 consumidores de carne bovina no município de Santa Maria. No entanto, sete pessoas foram entrevistadas a mais para a segurança das análises, totalizando 797 entrevistados.

### 3.2.3 Resultados e discussão

Após a aplicação dos questionários, os dados foram tabelados e analisados. A qualidade dos dados coletados foi satisfatória, considerando-se que os entrevistados estavam preocupados em fornecer respostas com profundidade. Assim, conseguiu-se levantar com bastante facilidade, por exemplo, a renda mensal (TRESPALACIOS et al., 2005).

A análise foi elaborada através do Pacote Estatístico para as Ciências Sociais – *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 14.0 com auxílio dos métodos Chi quadrado e desvio padrão. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, distribuição de frequência, análise de variância e análise não paramétrica de Fisher's. Foi realizado teste de correlação e comparação de médias em nível de 5% de significância. Valores foram considerados estatisticamente significantes quando  $p < 0,05$ .

Os resultados oriundos deste capítulo estão apresentados na forma de cinco artigos científicos, sendo quatro deles disponíveis no item 3.2.3.1 (três publicados e um aceito) e um disponível no anexo 6 (a ser submetido).

- a) Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil. **Pubvet** (Londrina), v. 7, n. 14, Ed. 237, Art. 1564, Julho de 2013. Em Inglês.

- b) Consumo de carnes por estudantes dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2511 - 2517, 2013.
- c) A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2479 - 2492, 2013.
- d) Relação entre as faixas de rendas e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil. **REMOA/UFSM**, trabalho aceito (carta de aceite em anexo 5), 2013.
- e) Caracterização dos consumidores de alto nível de carne bovina do sul do Brasil. Este artigo será submetido na **Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria** (anexo 6).

#### 3.2.3.1 Artigos científicos

Os artigos científicos disponibilizados no item 3.2.3.1 foram configurados conforme as normas das respectivas revistas.

3.2.3.1.1 Artigo científico publicado na Revista Pubvet (Londrina), v. 7, n. 14, Ed. 237, Art. 1564, Julho de 2013. Em Inglês. (ISSN 1982-1263).

### **Characterization of beef consumption in the elderly population in the municipality of Santa Maria - RS, Brasil**

**Jackeline Karsten Kirinus<sup>1\*</sup>; Aline Zulian<sup>2</sup>; Renius de Oliveira Mello<sup>3</sup>; Andréa Cristina Dörr<sup>4</sup>; José Laerte Nörnberg<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Aluna de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (PPGCTA\_UFSM). \*E-mail: [jackeline.kirinus@gmail.com](mailto:jackeline.kirinus@gmail.com). Autor para correspondência.

<sup>2</sup>Aluna de graduação do curso de economia da UFSM, Grupo de Pesquisa em Agronegócios (GPA).

<sup>3</sup>Professor Adjunto PPGCTA\_UFSM.

<sup>4</sup>Professora Adjunta UFSM, Departamento de Ciências Econômicas, GPA.

#### **Abstract**

This study aimed to evaluate how the economic and social characteristics influence beef consumption by elderly population from the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. Brazil is the second largest producer of beef and has shown an increased consumption of it, mainly due to factors such as changes in the dietary habits and in the socioeconomic conditions. There were applied structured forms for a sample of 138 elderly (70 men and 68 women), with the average age of respondents of 68.4 years. The attributes considered important by the elderly who buy first choice beef were tenderness (42.5%), taste (32.5%), followed by the visible fat (12.5%). Also, the level of education influences negatively the purchase of first choice beef; and positively the level of income of the interviewed elderly. Thus, other variables may influence the purchase of the cuts of first choice and the level of income. Therefore, it is necessary to invest in beef consumption by elderly consumers, placing emphasis on the marketing of products with superior quality.

**Key words:** behaviour, consumer, dietary habit.

## **Caracterização do consumo de carne bovina na população idosa no município de Santa Maria – RS, Brasil**

### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar de que forma as características econômicas e sociais influenciam o consumo da carne bovina na população idosa da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. O Brasil é segundo maior produtor mundial de carne bovina e tem demonstrado um consumo crescente deste alimento, principalmente devido a fatores como mudanças no hábito alimentar e condições socioeconômicas. Foram aplicadas formas estruturadas para uma amostra de 138 idosos (70 homens e 68 mulheres), com idade média dos entrevistados de 68,4 anos. Os atributos considerados importantes pelos idosos que compram carne de primeira foram maciez (42,5%), sabor (32,5%), seguido da gordura visível (12,5%). Também, observou-se que o nível de escolaridade influencia negativamente a compra de carne bovina de primeira escolha, e positivamente o nível de renda dos idosos. Assim, outras variáveis podem influenciar a compra de cortes de primeira escolha e o nível de renda. Portanto, é necessário investir em consumo de carne bovina por consumidores idosos, dando ênfase à comercialização de produtos com qualidade superior.

**Palavras-chaves:** comportamento, consumidor, hábito alimentar.

### **Introduction**

In Brazil, the beef cattle represents great economic importance. Among the factors contributing to the increase in beef production, we cited the greater number of exports, continued growth in the domestic demand for beef and higher purchasing power of the consumers (FAO, 2011; USDA, 2012). In this sense, the change in the pattern of food

consumption in general is due to, large part, socioeconomic and demographic changes (Rijswijk *et al.*, 2008)

In the Brazilian case, variables such as income level, urbanization, women's education and family composition are essential to the consumption. Thus, having knowledge of customers profiles and of the factors taken into account in the moment of purchase, are of utmost importance for customer satisfaction, and consequently for the success of the enterprise. However, a key factor in ensuring the success and competitiveness of an organization is to know the preference of consumers, how they make purchasing decisions and what is the use of the offered products (Barcellos *et al.*, 2012).

In this sense, the elderly, particularly older ones, are part of the fastest growing segment of the Brazilian population. Between 1991 and 2000 the number of inhabitants over 60 years of age increased 2.5 times (35%) compared with the rest of the country population (14%) (UNDESA, 2010). This growth has not been accompanied in the same proportion by epidemiological studies on the elderly.

Several studies involving the behaviour of the consumer of beef have been already conducted in the country (Barcellos *et al.*, 2012). However, no study of this nature was held in Santa Maria city, RS, and region. Due to the particularities of each market and to the different behaviours of consumers from one geographic location to another, studying the characteristics of regional consumption significantly contribute towards understanding what are the consumer demands for products and which are the specific features sought by them.

Therefore, regarding the lack of studies investigating the preferences elected by the consumers, the objective of this study was to evaluate how the economic and social characteristics influence the consumption of beef in the elderly population of the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

## **Materials and methods**

To conduct this study, a field research with primary data collection were performed through structured forms applied to the elderly in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil from Mar. to Apr. 2011 (Latitude: 29° 41' 03" S and Longitude: 53° 48' 25" W).

The objective was to identify characteristics of beef consumption of the population in analysis. The variables that were collected are: 1) socioeconomic characteristics: age, gender, education, income, and 2) characteristics of the cuts: the cuts attributes, frequency of consumption, types of cuts [first choice (rump, topside, tenderloin, rump tail, rump cap, knuckle) and second choice (chop, rib, shoulder, ribs roast)] and purchase decision factors.

After the application of the forms, data were tabulated and analyzed. The analysis was performed through the Statistical Package for Social Sciences - *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) version 15.0.

The hypotheses of this study consist to compare the beef consumption according to the social and economic characteristics of the elderly population. The means of the variables were calculated in order to check whether there are significant differences at the level of 1%, 5% and 10%, using the Chi-square test. It was also hypothesized whether there is significant difference among the attributes chosen by the elderly population with regards the purchase of first and second choice. Correlation test was also performed aiming at checking whether variables have a positive, negative or none correlation.

Sampling is a statistical tool used when the population (the total set of elements that is seek to analyze) is composed of a very large number of elements, which prevent the access of the entire population to data collection. Thus, a sample is selected, with significant number and characteristic of elements within the population, so that the sample results, are sufficiently informative when infer in conclusions about parameters of the population in analysis (Levy and Lemeshow, 2009).

The simple random sampling technique, for finite and known population was used. Previously to the definition of the sample for effective collection of data, a pilot study was performed comprising a group of 33 elderly to obtain information on population in analysis and determine the minimum sample size needed for the research at a confidence level of 95%.

Both pilot study and primary data collection were carried on at the Salvador Isaiah Boardwalk in the centre of Santa Maria, RS. The elderly were randomly selected using a random number generator, so that each person remaining in the population has the same probability of being selected for the sample (Neuman, 2009).

The application of the questionnaires was conducted by a group of experienced interviewers, who explained to consumers its brief characteristics, solving any doubt that might occur before the interviewee answer the questions completely, in accordance with the approval of the ethics committee CAAE number of 06049312.3.0000.5346. Thus, a pattern was obtained and assurance that all questions were answered. The quality of the collected data was satisfactory, considering that the elderly were concerned to detail the answers in depth. Thus, it was managed to lift quite easily, for example, the monthly income (Trespacios *et al.*, 2005).

The elderly population of Santa Maria, aged 60 years or older is of 26,423 inhabitants (IBGE, 2000). The key variable considered in the pilot study to calculate the sample size is the consumption of beef [mean 1.85 kilograms (kgs), standard deviation 0.288 kgs, sampling error 5%]. The estimated sample size resulted in 138 elderly (Figure 1).

Figure 1. Equation for sampling calculation

$$n = \frac{(t_{\delta, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2 \times N}{e_0^2(N-1) + (t_{\delta, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2}$$

$$n = \frac{2,042^2 \times 0,288^2 \times 26423}{0,05^2 \times (26423 - 1) + 2,042^2 \times 0,288^2}$$

$$n = 137,62 \cong 138 \text{ pleoples}$$

where:

$n$  = minimum sample size calculated;

$t_{\delta, \frac{\alpha}{2}}$  = value of  $t_{tab}$  admitting  $\alpha = 5\%$ ;

$s^2$  = variance obtained from the pilot sample;

$N$  = population size;

$e_0^2$  = square sampling error, with the data obtained from the pilot sample.

## Results and discussion

The elderly population has been growing rapidly in Brazil (UNDESA, 2010). In this regards, the eating habits of beef consumption of 138 respondents (70 men and 68 women) show that, the average age of respondents was of 68.4 years (standard deviation of 6.33 years).

Eight levels of education were found, including: illiterate (2.1%), incomplete primary school (33.6%), complete primary school (16.1%) incomplete high school (7.7%), complete high school (21.7%), incomplete third grade (1.4%), complete third grade (15.4%), complete post-graduation (2.0%). The highest concentrations are in the range of elementary school and high school graduates, respectively. This result is consistent with the findings of Barham *et al.* (2003) in which the majority

of respondents have some level of schooling, and thus, when older consumers have some level of knowledge, it becomes more difficult to be influenced and persuaded.

Beef is of great importance as a source of protein that is present among the main items that compose the consumption basket of the Brazilian population (Monteiro and Caswell, 2004). In the meantime, domestic protein consumption is increasing, per capita beef consumption has increased 5.2% since 2006 (from 36 kgs to 38 kgs) in 2012 (Canfax, 2012). Moreover, the consumption depends on some factors such as age of the consumer, preference, purchasing power, education and final price of the product (Curasi, 1995).

In this study, the respondents have the habit of consuming beef, on average, 19 days per month (standard deviation of 8.07 days). On the one hand, elderly who buy beef cuts of first and second choice have no significant difference in age. On the other hand, those who buy cuts of first choice receive a higher income in Reais compared to respondents who buy cuts of second choice (Table 1).

Table 1. Stratification of the types of beef consumed according to the social and economic characteristics of the elderly population

Variables	First choice beef		Second choice beef		Chi, t test Sig
	Average	Standard Deviation	Average	Standard Deviation	
Age in years	67.89	5.91	68.97	6.57	0.118
Income in Reais	3040.00	1782.13	1441.5	1107.86	0.000
Scholarity in years	3.07	1.76	2.70	1.98	0.005
Quantity in kg of beef	1.81	1.23	2.87	1.27	0.345
Price per kg in Reais	12.90	4.13	11.36	5.03	0.254

Source: Elaborated by the authors with base in the research results.

Elderly with higher educational level buy fewer cuts of first choice (negative relationship where the Pearson correlation is  $-0.135$ ,  $p < 0.01$ ) and those with higher educational level have higher income (positive relationship where the Pearson correlation is  $0,210$ ,  $p < 0.01$ ). Despite the fact that both results are significant it shows a weak association between the variables. Thus, other variables may influence the purchase of the first choice and the level of income.

A great diversity of factors that contribute in the change of eating habits of the elderly are perceived such as the average of income (in Reais) and the years of schooling with regards to the type of cut ( $p < 0.01$ ). The elderly buy a larger quantity of beef of second choice (2.87 kgs per month) and pay on average, R\$ 11.36 per kgs. Miller *et al.* (2001) and Pinto *et al.* (2008) found that the price and nutritional quality are attributes considered more important in the food choice at the time of purchase.

Elderly who buy cuts of first choice ( $p < 0.05$ ) the most important attributes are the beef tenderness (42.5%), taste (32.5%), followed by the visible fat (12.5%) (Table 2). Factors such as good appearance, adoption of traceability procedures, hygiene at the point of purchase, nutritional quality and tenderness are taken into account by the consumer while considering meat with high quality standard (Barcellos *et al.*, 2012).

Table 2. Characteristics of the beef and their influences in purchasing decision

Characteristics of the beef	Types of beef (% of first and second choice beef)	
	First choice beef*	Second choice beef**
Colour	0.0	1.0
Visible fat	12.5	7.2
Tenderness	42.5	20.6
Price	2.5	0.0

Characteristics of the beef	Types of beef (% of first and second choice beef)	
	First choice beef*	Second choice beef**
Preparation	7.5	9.3
Taste	32.5	59.8
Other	2.5	2.1
Total	100.0	100.0

Legend: \*Pearson Chi <sup>2</sup> = 0,038 (significant at 5%) and \*\*0,112

Source: Elaborated by the authors with base in the research results.

Comparing the first choice beef based on the characteristics of colour [R\$ 1,300.00], visible fat [R\$ 2,307.15], tenderness [R\$ 2,624.64], preparation [R\$ 1,909.91], taste [R\$ 1,275.00] it is possible to verify that elderly with higher income [R\$ 2,624.64] are those who choose beef for its tenderness. However, elderly who choose the cut by its taste are those that have the lowest income [R\$ 1,275.00] ( $p < 0.10$ ).

The ten cuts of beef most consumed by respondents were: rib (27.8%), topside (11.8%), rump cap (9.0%), tenderloin (8.3 %), rump (8.3%), rump tail (7.6%), chop (6.9%), shoulder (5.6%), knuckle (5.6%), ribs roast (2.1%) and others (7.0%). The results on preferences by for tender and flavourful cuts are consistent with those found by Delgado *et al.* (2006).

Consumers are seeking foods with good visible features in addition to a healthy, balanced and safe diet. In this sense, the quality of food is essential for the healthy consumption and for the product acceptance in the market (Dörr and Grote, 2010; Barcellos *et al.*, 2012). Nevertheless, factors as taste, tenderness and fat are essential when purchasing beef.

According to Grunert (2005), the available foods for consumption by individuals cannot be subjected to any kind of risk by contamination, quality problems or other due to the expiry date. Therefore, the quality must go beyond the manufacture of the meat product, being necessary to

guide the processes of packaging, transport and display of the product to reach the final consumer, thus promoting food safety and certification.

The elderly population in Brazil is increasing at higher levels than those observed in other strata of the population. At the same time, there is an improvement in income and education levels of the population. In this sense, there is a greater concern with quality requirements of the meat product to be consumed

### **Conclusions**

The level of education influences negatively the purchase of first choice beef, and positively the level of income of the interviewed elderly.

The most important attributes considered on the decision of purchase of this beef were tenderness and taste. It is also noteworthy that the elderly do not consider colour as an important attribute in purchasing decisions.

It is necessary to study the consumption of beef in the segment of elder consumers, especially with emphasis on guidance and marketing of products.

### **Acknowledgements**

To CAPES for a doctorate scholarship granted to the Post-Graduation Program in Science and Food Technology of the Federal University of Santa Maria.

To the members of the Integrated Centre of Development in Analytical Laboratory (NIDAL) and to the Agribusiness Research Group (GPA) of the Federal University of Santa Maria.

### **References**

Barcellos, J.O.J.; Abicht, A.M.; Brandão, F.S.; Canozzi, M.E.A.; Collares, F.C. Consumer perception of Brazilian traced beef. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 771-774, 2012.

Barham, B.L.; Brooks, J.C.; Blanton, J.R.; Herring, A.D.; Carr, M.A.; Kerth, C.R.; Miller, M.F. Effects of grow thim plants on consumer perceptions of meat tenderness in beef steers. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 3052-3056, 2003.

Canfax Research Services (Canfax). The Global Cattle Cycle [Online]. 2012. Available at <http://www.canfax.ca/Samples/The%20Global%20Cattle%20Cycle%20Sept%202012.pdf> (verified 16 January 2013).

Curasi, C.F. Male senior citizens and their shopping preferences. *Journal of Consumer Marketing*, v. 12, p. 123-133, 1995.

Delgado, E.F.; Aguiar, A.P.; Ortega, E.M.M.; Spoto, M.H.F.; Castillo, C.J.C. Brazilian consumers' perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste. *Scientia Agricola*, v. 63, p. 232-239, 2006.

Dörr, A.C.; Grote, U. The role of certification in the Brazilian fruit sector. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 13, p. 539-571, 2010.

Food and Agriculture Organization (FAO). Food outlook: global market analysis [Online]. 2011. Available at: <http://www.fao.org/docrep/014/al978e/al978e00.pdf> (verified 10 June 2012).

Grunert, K.G. Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, v. 32, p. 369-391, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Profile of elderly householders in Brazil. 2000. Available at: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/perfilidoso/default.shtml> (verified 21 February 2011) (in Portuguese).

Levy, P.S.; Lemeshow, S. Sampling of populations, solutions manual: methods and applications. 4th edn. Wiley: New York, USA. 2009.

Miller, M.F.; Carr, M.A.; Ramsey, C.B.; Crockett, K.L.; Hoover, L.C. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 3062-3068, 2001.

- Monteiro, D.M.S.; Caswell, J.A. The economics of implementing traceability in beef supply chains: trends in major producing and trading countries [Online]. 2004. Available at: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.560067> (verified 16 January 2013).
- Neuman, W.L. Social research methods: qualitative and quantitative approaches. 7th edn. Pearson: Toronto, Canada. 2009.
- Pinto, M.M.B.; Camargo, M.E.; Guazzelli, F.V.; Malafaia, G.C. Identificação de elementos do processo de decisão de compra dos consumidores de carne bovina no município de Vacaria-RS. *Pubvet*, v. 2, n. 40, ed. 51, art. 2, 2008.
- Rijswijk, W.; Frewer, L.J.; Menozzi, D.; Faioli, G. Consumer perception of traceability: a cross-national comparison of the associated benefits. *Food Quality and Preference*, v. 19, p. 452-464, 2008.
- Trespalacios, J.A.; Vázquez, R.; Bello, L. Investigación de mercados, métodos de recogida y análisis de información para la toma de decisiones en marketing. Thomson: Madrid, Spain. 2005.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA). Population division world population prospects: the 2010 [Online]. 2010. Available at: [http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2010\\_Volume-II\\_Demographic-Profiles.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2010_Volume-II_Demographic-Profiles.pdf) (verified 21 January 2013).
- United States Department of Agriculture (USDA). Foreign Agricultural Service: Global Agricultural Information Network. Washington, D.C [Online]. 2012. Available at: [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_1-3-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_1-3-2012.pdf) (verified 21 January 2013).

3.2.3.1.2 Artigo científico publicado na Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET), v.11, n.11, p. 2511 - 2517, jun., 2013. (ISSN 2236-1170).

**Consumo de carnes por estudantes dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil**

**Meat consumption by students of different educational institutions of the Federal University of Santa Maria, RS, Brazil**

Jackeline Karsten Kirinus<sup>1</sup>, Edom de Avila Fabricio<sup>2</sup>, Ana Paula Burin Fruet<sup>3</sup>, Andrea Cristina Dörr<sup>4</sup>, Renius de Oliveira Mello<sup>5</sup>, José Laerte Nörnberg<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Aluna de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos: [jackeline.kirinus@gmail.com](mailto:jackeline.kirinus@gmail.com)

<sup>2</sup>UFSM - Aluno do curso de Zootecnia: [edomfabricio@hotmail.com](mailto:edomfabricio@hotmail.com)

<sup>3</sup>UFSM - Aluna de mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. E-mail: [ap\\_burin@hotmail.com](mailto:ap_burin@hotmail.com)

<sup>4</sup>UFSM - Prof<sup>a</sup>. Adjunto do Departamento de Ciências Econômicas: [andreadoerr@yahoo.com.br](mailto:andreadoerr@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>UFSM - Prof. Adjunto do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos: [reniusmello@gmail.com](mailto:reniusmello@gmail.com)

<sup>6</sup>UFSM - Prof. Associado do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos: [jlnornberg@gmail.com](mailto:jlnornberg@gmail.com)

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar quais são os tipos de carnes mais consumidos pelos alunos dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Brasil. A coleta ocorreu no período de março a abril de 2011 por meio da técnica de amostragem para a coleta dos dados primários através de formulários aplicados aos estudantes de graduação da UFSM. O estudo piloto realizada revelou um desvio padrão de 0,275 quilogramas de carne consumida e um erro amostral de 5%, desta forma o tamanho total da amostra foi de 125 estudantes entrevistados, em um intervalo de confiança de 95%. Do total de entrevistados, 77% consomem mais a carne bovina, 20% a de frango, 2% a de peixes, e 1% consomem mais a carne suína. Foi verificado que a carne bovina é mais consumida pelos estudantes dos diferentes centros de ensino da UFSM e que a carne ovina foi escolhida com última opção de consumo pelos discentes da instituição.

**Palavras-chave:** carne bovina, carne de frango, questionários, ingestão

## ABSTRACT

This study aims to determine which types of meats consumed more by students of different educational institutions of the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Brazil. The collection took place from March to April 2011 through the sampling technique for the collection of primary data through forms applied to graduate students UFSM. The pilot study conducted revealed a standard deviation of 0.275 kg of meat consumed and a sampling error of 5%, thus the total sample size of 125 students were

interviewed, with a confidence interval of 95%. Of the total respondents, 77% consume more beef, chicken 20% to 2% of the fish, and 1% consume more swine. It was found that beef is most commonly used by students of different learning centers UFSM and the lamb was chosen last option for consumption by students of the institution.

**Key words:** beef, chicken, questionnaires, intake

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica. Segundo previsões do USDA (2012) a produção brasileira de carne bovina cresceu 64,75% nos últimos 20 anos, passando de 5,48 milhões de toneladas em 1991 para 9,03 milhões de toneladas em 2011. E ao que tudo indica, em 2013, deverá aumentar 2,5% (aproximadamente 9,4 milhões de toneladas) consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, como elemento importante para o país por sua inserção no mercado mundial de carne bovina principalmente devido à demanda internacional e a um pequeno aumento na demanda doméstica.

Também, segundo o USDA (2012) é previsto um aumento de 3% no rebanho bovino brasileiro em 2013, principalmente devido ao suporte financeiro do Governo para a reconstrução do rebanho bovino, melhoramento genético, renovação das pastagens e preços sustentados do gado. Dessa forma, o rebanho bovino deverá alcançar quase 210 milhões de cabeças até o final do ano.

O setor bovino forma hoje uma importante cadeia do agronegócio, com forte interação dos setores ligados ao agronegócio, genética, comércio, cultura e turismo, sendo uma das cadeias produtivas que mais oferece oportunidades de trabalho, conquistando posição de destaque na economia nacional e mundial (MAPA, 2011a). Para manter a posição de um dos maiores exportadores de carne bovina mundial e conquistar novos mercados, é importante que o setor produtivo seja competitivo, fornecendo produtos de qualidade a preços acessíveis, sendo necessário para isso, melhorar, entre outros fatores, a eficiência de produção e a qualidade do produto (VENERONI, 2010).

As fontes mais frequentes de abastecimento de carne são as espécies de animais domésticos como bovinos, suínos, e aves, e em menor medida, búfalos, ovinos, e caprinos. Em 2011, o consumo per capita de carnes aumentou em relação ao ano anterior chegando a 37,4 kg para carne bovina; 43,9 kg de carne de aves e 14,1 kg de carne suína, refletindo o bom desempenho da economia brasileira (MAPA, 2011b). Neste sentido, segundo Levi-Costa et al. (2005) as carnes bovina, frango, suína, peixes e ovina possuem uma participação de 14,3% no total de calorias do consumo domiciliar do na região Sul do Brasil.

Atualmente, a sociedade vem passando por muitas transformações que se estendem às esferas políticas, econômicas, culturais, sociais e tecnológicas, o que tem gerado novas tendências de mercado, afetando o perfil do consumidor de carnes e o seu padrão de consumo (SCHLUTER & LEE, 1999; REGMI & GEHLTHAR, 2001).

Desta forma, alguns produtos têm seu consumo influenciado pela substituição de outros, o que pode ser verificado em relação as carnes bovinas e de frango. Esta realidade trata-se de uma disputa mercadológica pela preferência do consumidor.

A cidade de Santa Maria possui um total de 261.031 habitantes (IBGE, 2010). Os estudantes de graduação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) somam 12.496 (DERCA/PROGRAD) e este número representa aproximadamente 5% da população da cidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar quais são os tipos de carnes mais

consumidos pelos alunos dos diferentes centros de ensino da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

## METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizada a técnica de amostragem em uma pesquisa de campo com coleta de dados primários através de formulários aplicados aos estudantes de graduação da UFSM. Anteriormente à definição da amostra para a coleta efetiva dos dados, foi realizada uma pesquisa piloto compreendendo um conjunto de 30 estudantes a fim de obter informações sobre a população em análise e determinar o tamanho mínimo da amostra necessária para a pesquisa, visando-se um nível de confiança de 95%. Para a amostragem, o cálculo do tamanho da amostra é dado conforme Schneider (2004).

Os alunos de graduação da UFSM totalizaram 12.496 estudantes matriculados no primeiro semestre de 2010 (DERCA/PROGRAD)<sup>1</sup>. Os alunos de graduação foram separados pelos 8 centros de concentração da UFSM e o Colégio Politécnico que compreendem cursos em áreas relacionadas, distribuindo-se da seguinte maneira: Centro de Artes e Letras (CAL, 1091 estudantes); Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE, 1484 estudantes); Centro de Ciências Rurais (CCR, 1888 estudantes); Centro de Ciências da Saúde (CCS, 1958 estudantes); Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH, 2997 estudantes); Centro de Educação (CE, 781 estudantes); Centro de Educação Física e Desporto (CEFD, 534 estudantes); Centro de Tecnologia (CT, 1763 estudantes); e Colégio Politécnico (CP, 375 estudantes).

O tamanho da amostra ideal para cada centro de ensino da UFSM foi calculado e está distribuído proporcionalmente pelos estratos conforme representado na Tabela 1. A pesquisa piloto foi realizada com 30 estudantes, e apresentou um desvio-padrão de 0,275 quilogramas de carne e um erro amostral de 5%, desta forma o tamanho total da amostra foi de 125 estudantes entrevistados, com um intervalo de confiança de 95%.

Tabela 1. População, proporção e amostra para cada centro de ensino da UFSM

CENTRO	MATRÍCULAS 2010/I	PROPORÇÃO (%)	AMOSTRA
CAL	1091	8,5	11
CCNE	1484	11,5	14
CCR	1888	14,7	18
CCS	1958	15,2	19
CCSH	2997	23,3	29
CE	781	6,1	08
CEFD	534	4,1	05
CT	1763	13,7	17
CP	375	2,9	04
TOTAL	12871	100,0	125

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do DERCA/PROGRAD (2010).

<sup>1</sup> Foram excluídos do total dos estudantes de graduação da UFSM os referentes ao Centro de Educação Superior Norte (CESNORS) em Frederico Westphalen e Palmeira das Missões, e à Unidade Descentralizada de Educação Superior de Silveira Martins (UDESSM).

Com o objetivo de alcançar a proposta da pesquisa foi feita a seguinte pergunta aos entrevistados: “Enumere por ordem de prioridade as três principais carnes que você consome, (exemplo: 1, 2, 3): ( ) Gado, ( ) Frango, ( ) Porco, ( ) Peixe, ( ) Ovelha”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de entrevistados, separados pelos centros de ensino da UFSM, que consomem mais cada tipo de carne estão demonstrados na Tabela 2, verificou-se que 2 (1,6%) dos 125 entrevistados não consome nenhum tipo de carne, estes foram excluídos da análise dos dados. Foi constatada uma variação no consumo dos diferentes centros de ensino, os resultados da pesquisa não explicam essa variação, mas se relacionam com dados existentes na literatura.

Do total de entrevistados, 77% consomem mais a carne bovina, 20% a de frango, 2% a de peixes, e 1% consomem mais a carne suína, contrastando com os dados obtidos pelo MAPA (2011) para o consumo brasileiro, onde o consumo per capita anual para o ano de 2010 da carne de frango (43,9 kg) foi maior que o de carne bovina (37,4 kg) e suína (14,1 kg).

Pode-se observar que 100% dos entrevistados alocados nos centros de ensino CCR e Colégio Politécnico consomem mais a carne bovina. Este resultado pode estar relacionado ao fato de que os estudantes dos cursos pertencentes as Ciências Agrárias são na maioria oriundos do meio rural, onde é comum o abate de bovinos para o consumo.

Tabela 2. Proporção de alunos que consomem preferencialmente as carnes de bovino, frango, suíno, peixe e ovino nos respectivos centros de ensino da UFSM

<b>CENTRO</b>	<b>BOVINO</b>	<b>FRANGO</b>	<b>SUINO</b>	<b>PEIXE</b>	<b>OVINO</b>
CCSH, %	76 (22/29)	21 (6/29)	3 (1/29)	0 (0/29)	0 (0/29)
CCR, %	100 (18/18)	0 (0/18)	0 (0/18)	0 (0/18)	0 (0/18)
CE, %	63 (5/8)	38 (3/8)	0 (0/8)	0 (0/8)	0 (0/8)
CAL, %	82 (9/11)	18 (2/11)	0 (0/11)	0 (0/11)	0 (0/11)
CT, %	76 (13/17)	24 (4/17)	0 (0/17)	0 (0/17)	0 (0/17)
CCS, %	72 (13/18)	22 (4/18)	0 (0/18)	6 (1/18)	0 (0/18)
CEFD, %	50 (2/4)	50 (2/4)	0 (0/4)	0 (0/4)	0 (0/4)
CCNE, %	64 (9/14)	29 (4/14)	0 (0/14)	7 (1/14)	0 (0/14)
CP, %	100 (4/4)	0 (0/4)	0 (0/4)	0 (0/4)	0 (0/4)
<b>TOTAL, %</b>	<b>77 (95/123)</b>	<b>20 (25/123)</b>	<b>1 (1/123)</b>	<b>2 (2/123)</b>	<b>0 (0/123)</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados obtidos na pesquisa.

No CEFD o consumo dos alunos é dividido, 50% deles consomem mais a carne bovina e 50% a carne de frango, nenhum entrevistado citou outra carne como mais

consumida. Sugere-se que os discentes do CEFD tenham uma maior preocupação com a ingestão de gordura na alimentação, e recorrem à carne de frango por acreditarem que esta contém menores teores de lipídios.

Por ordem de prioridade foi observado, respectivamente, um crescente consumo de carne de frango nos centros de ensino CAL, CCSH, CT, CCS, CCNE e CE. No entanto, esta ordem decresce para o consumo de carne bovina, indicando uma alta relação de substituição entre estes dois tipos de carnes. Neto (2010) mostra que houve um crescimento no consumo per capita das carnes bovinas e frango pelos brasileiros nos últimos 10 anos, embora este aumento tenha sido superior na carne de frango, devido ao menor preço em relação à bovina.

A carne de peixe foi citada somente nos centros CCS (6%) e CCNE (7%) como primeira opção. Foi verificado que 39% dos estudantes consomem a carne de peixes como uma terceira opção.

A carne suína não tem um consumo muito elevado entre os estudantes da UFSM, somente no CCSH, 3% dos entrevistados optaram por ela como primeira opção. Este resultado contrasta com o consumo mundial observado pela Food and Agriculture Organization (2011), em que 36% da carne consumida é de origem suína. Segundo Schindwein & Kassouf (2006) o menor consumo de carne suína em relação ao consumo de carne bovina e frango é atribuído principalmente a dois fatores: a importância que a população atribui aos mitos relacionados a prováveis impactos negativos do consumo da carne suína sobre a saúde, e a falta de cortes específicos de baixo valor agregado (acessíveis à população de baixa renda).

Na ordem de preferência, a carne ovina ficou em última opção, pois nenhum dos entrevistados a consomem em primeiro lugar. No entanto, 11% destes a citaram como terceira escolha, evidenciando uma baixa popularidade frente aos consumidores deste extrato da população. Este resultado pode ser comprovado por um estudo realizado por Porto (2004), em que o consumo de carne ovina foi considerado caro e eventual.

Deste modo, segundo Viana & Silveira (2009) pode ser observado no Rio Grande do Sul, que fatores como: a sazonalidade produtiva da ovinocultura, a inexistência de um mercado constante, a exigência de uma oferta regular de animais, a necessidade de escala para comercialização e a busca por animais jovens por parte dos frigoríficos são dificuldades enfrentadas pelos produtores na comercialização de animais para abate, tornando a cadeia da carne ovina menos competitiva.

## CONCLUSÕES

Foi verificado que a carne bovina é mais consumida pelos estudantes dos diferentes centros de ensino da UFSM. Os entrevistados do CCR e Colégio Politécnico apresentaram maior consumo de carne bovina, já o CEFD foi o centro que apresentou o maior consumo de frango. Os entrevistados do CCSH foram os únicos a optarem por carne suína como primeira opção. Somente o CCS e CCNE escolheram a carne de peixe como primeira opção. A carne ovina foi escolhida com última opção de consumo pelos discentes da UFSM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 7. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008. 315 p.

DERCA/PROGRAD. Departamento de Registro e Controle Acadêmico/Pró-Reitoria de Graduação. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/derca/>>. Acesso em: 01 abr. 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization. Divisão de produção e sanidade animal. **Fontes de carne**. Disponível em: <[http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_sources.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_sources.html)>. Acesso em: 15 jul. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades. Santa Maria**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 01 jul. 2011.

LEVY-COSTA, R. B. et al. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 4, p. 530-540, 2005.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Bovinos e Bubalinos**. 2011a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Animal. Mercado Interno**. 2011b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

NETO, A. D. B. Posicionamento estratégico do setor de carnes de caprinos e ovinos no mercado de carnes brasileiro. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4, n. 4, p. 81-85, 2010.

PORTO, R. G. **Consumidor final de carnes: características e hábitos em Pelotas, RS**. Serviço de Informação da Carne. Disponível em: <[http://www.sic.org.br/PDF/Pesquisa\\_Pelotas.pdf](http://www.sic.org.br/PDF/Pesquisa_Pelotas.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2011.

REGMI, A.; GEHLTHAR, M. Consumer preferences and concerns shape global food trade. **Food Review**, v. 24, n. 3, p. 2-8, 2001.

SCHNEIDER, L. **Estimativa dos Gastos dos Alunos da UFSM (2002)**: Aplicação da Amostragem Estratificada Proporcional. Santa Maria: UFSM, 2004. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa do Departamento de Estatística), Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

SCHLUTER, G.; LEE, C. Changing food consumption patterns: their effect on the U.S. food system, 1972-1992. **Food Review**, v. 22, n. 2, p. 35-37, 1999.

SCHLINDWEIN, M. M.; KASSOUF, A. L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 3, p. 549-572, 2006.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign Agricultural Service: Global Agricultural Information Network**. Washington, D.C., 2012a. Online. Disponível em:

<[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_1-3-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_1-3-2012.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2012.

VENERONI, G. B. **Associação de snps em genes candidatos e de regiões cromossômicas com espessura de gordura subcutânea em bovinos da raça canchim**. São Carlos: UFSCAR, 2010. 140f. Tese (Doutorado em genética e evolução), Universidade Federal de São Carlos, 2010.

VIANA J. G. A.; SILVEIRA V. C. P. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1187-1192, 2009.

3.2.3.1.3 Artigo científico publicado na Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET), v.11, n. 11, p. 2479 - 2492, jun., 2013. (ISSN 2236-1170).

### **A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS**

#### **The demand elasticity of undergraduate students for beef in Santa Maria, RS**

Renata Rojas Guerra<sup>1</sup>, Jackeline Karsten Kirinus<sup>2</sup>, Andrea Cristina Dörr<sup>3</sup>, José Laerte Nörnberg<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Aluna de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGE. E-mail: [renata.rojasg@gmail.com](mailto:renata.rojasg@gmail.com)

<sup>2</sup>UFSM - Aluna de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos: [jackeline.kirinus@gmail.com](mailto:jackeline.kirinus@gmail.com)

<sup>3</sup>UFSM - Profª. Adjunto do Departamento de Ciências Econômicas: [andreadoerr@yahoo.com.br](mailto:andreadoerr@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>UFSM - Prof. Associado do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos: [jlnornberg@gmail.com](mailto:jlnornberg@gmail.com)

## **RESUMO**

A carne bovina é um alimento de extrema relevância na dieta dos brasileiros. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi considerar a influência dos estudantes na determinação do consumo de carne bovina no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; bem como estimar as elasticidades renda e preço para a demanda deste produto através do modelo de regressão do tipo log-linear acrescido de uma variável *dummy*. Para tanto, foi realizada a coleta de dados primários através de formulários aplicados aos estudantes da Universidade Federal de Santa Maria, Brasil (UFSM) e consumidores em supermercados distribuídos pela cidade. A coleta ocorreu no período de março a abril de 2011. Os resultados confirmaram a existência de divergências entre o comportamento de consumo de ambos estratos populacionais. A taxa de crescimento da quantidade de carne bovina consumida pelos habitantes de Santa Maria é 37,9% menor para os estudantes do que para o restante da população. Quanto às demais variáveis, foi confirmada a existência de uma relação significativa entre estas, portanto seus coeficientes de elasticidade foram cerca de -0,33% para os preços e 0,087% para a elasticidade-renda. Pode concluir que a população do município de Santa Maria, RS é composta por uma parcela significativa de estudantes e que estes frequentemente possuem um padrão de consumo diferenciado, o qual pode influenciar o comportamento da curva de demanda por alimentos do município.

**Palavras-chave:** bovinos, consumo de carne, estudantes, elasticidade renda, elasticidade preço

## **ABSTRACT**

The beef is a food of great relevance in the Brazilian diet. In this sense, the objective of this study was to consider the influence of students in determining the consumption of beef in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil, and to estimate income and price elasticities for the demand for this product through the model regression of log-linear plus a dummy variable. To

this end, we collected primary data through forms applied to students of Federal University of Santa Maria, Brazil (UFSM) distributed in supermarkets and consumers around the city. Data collection occurred from March to April 2011. The results confirmed the existence of differences between the consumption behavior of both strata. The growth rate of the amount of beef consumed by the inhabitants of Santa Maria is 37.9% lower for students than for the rest of the population. For other variables, confirmed the existence of a significant relationship between these, so their coefficients of elasticity were about -0.33% to 0.087% and prices for the income elasticity. It can be concluded that the population of the municipality of Santa Maria, RS comprises a significant portion of students and they often have a different consumption pattern, which can influence the behavior of the demand curve for food in the city.

**Key words:** Bovine, meat consumption, students, income elasticity, price elasticity.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica (USDA, 2011). Neste sentido, a carne bovina é um alimento de extrema relevância na dieta dos brasileiros, seja por questões econômicas, culturais ou sociais; este produto é demandado por 99% da população, fazendo parte da dieta diária de aproximadamente 34% dos brasileiros, (IBOPE, 2008). Entre os fatores que contribuem para o aumento na produção de carne bovina pode-se citar o crescimento contínuo na demanda doméstica por carne bovina (SILVEIRA et al., 2009; USDA, 2012).

Atualmente, o estado do Rio Grande do Sul ocupa o quinto lugar na atividade pecuária brasileira, com aproximadamente 13,9 milhões de bovinos (MAPA, 2011). Desta forma, o consumo de carne bovina é bastante presente e está fortemente ligado aos fatores naturais (solo, clima) e/ou humanos (tradição, cultura) dos gaúchos (BARCELLOS, 2007). Neste contexto, a análise do comportamento do consumidor de carne bovina é essencial para a compreensão e identificação dos padrões de consumo da população.

Além disso, as mudanças que afetam o consumo de carne bovina na sociedade são constantes e intensas, e acabam por exercer diversas influências sobre o setor produtivo, tendo em vista que são verificadas alterações de conceitos ligados ao consumo de alimentos (ENGEL, 2000; SHETH et al., 2001).

No caso dos estudantes, as mudanças socioeconômicas ocorridas após o ingresso no meio universitário podem contribuir para uma diversificação dos hábitos de consumo. Ademais, “com a inserção na universidade, os jovens oriundos de famílias estruturadas podem sentir dificuldades em prover sua própria alimentação sem a orientação da autoridade parental” afirma Monteiro et al. (2009). Todavia, segundo Blundell (1988) há poucos aspectos da política econômica que não requerem o conhecimento do comportamento do consumidor.

Desta forma, o fato da população da cidade de Santa Maria, RS ser composta por uma parcela significativa de estudantes pode influenciar o comportamento da curva de demanda por alimentos no município. Diante do exposto, o presente estudo visa verificar se existe diferença entre os hábitos de consumo de carne bovina dos estudantes da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e o restante da população, pretendendo-se encerrar a problemática exposta com o seguinte questionamento: ser estudante, assim como as variáveis renda e preço, influencia a demanda por carne bovina dos consumidores do município de Santa Maria, RS?

Para responder a esta questão foi estimado as elasticidades renda e preço para o consumo de carne bovina na cidade de Santa Maria, RS. Além disso, foi incluída ao modelo

uma variável *dummy* (assume valor igual a 1 se o entrevistado é universitário e 0 caso contrário), a qual permite captar as possíveis diferenças entre o consumo dos estudantes da UFSM com o do restante da população.

## METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados os procedimentos necessários à análise empírica acerca da estimação das elasticidades renda e preço para a demanda de carne bovina no município de Santa Maria, RS. Desta forma, além das informações sobre a natureza dos dados, também será demonstrado o modelo econométrico utilizado na análise. Parte-se da estimação de um modelo log-linear de elasticidades acrescido de uma variável de ordem qualitativa cujo intuito é captar a influência do comportamento de consumo dos universitários na demanda total por carne bovina.

### Fonte e base de dados

Para a realização deste trabalho foi utilizada a coleta de dados primários através de formulários aplicados aos consumidores em supermercados distribuídos pela cidade de Santa Maria, RS no período que compreende março e abril de 2011. Desta forma, objetivou-se identificar características de consumo de carne bovina da população em análise através da apuração das seguintes variáveis de interesse: se o entrevistado é estudante universitário ou não; renda familiar mensal em reais; consumo mensal carne bovina em quilogramas; e preço pago por quilograma da carne bovina adquirida.

### Amostragem

A amostragem é uma ferramenta estatística utilizada quando a população – conjunto total dos elementos que se busca analisar – é composta por um número muito grande de elementos, o que impossibilita o acesso a toda a população para a coleta dos dados. Assim, uma amostra é selecionada, com número e característica significativos de elementos dentro da população, para que os resultados da amostra sejam suficientemente informativos e possam inferir conclusões a cerca de parâmetros de toda a população em análise.

Nesta pesquisa, foi utilizada a técnica de amostragem estratificada. Nesta amostragem divide-se a população total a ser inferida em grupos menores, geralmente chamados de estratos, que, segundo Barbetta (2008, p. 48) “são grupos internamente mais homogêneos que a população toda, com respeito às principais variáveis em estudo”.

Anteriormente à definição da amostra para a coleta efetiva dos dados, foi realizada uma pesquisa piloto compreendendo um conjunto de 63 consumidores a fim de obter informações sobre a população em análise para determinar o tamanho mínimo da amostra necessária para a pesquisa, visando um nível de confiança de 95%.

Para a amostragem, o cálculo do tamanho da amostra é dado conforme Schneider (2004), através da fórmula (1)

$$n = \frac{(t_{\delta, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2 \times N}{e_0^2 (N - 1) + (t_{\delta, \frac{\alpha}{2}})^2 \times s^2} \quad (1)$$

Onde:

$n$  = tamanho mínimo da amostra calculada;

$t_{\delta, \frac{\alpha}{2}}$  = valor de  $t_{tab}$  admitindo  $\alpha = 5\%$ ;

$s^2$  = variância obtida através da amostra piloto;

$N$  = tamanho da população;

$e_0^2$  = quadrado do erro amostral, obtido com os dados da amostra piloto

### Proporções dos estratos e amostra proporcional

Segundo dados do Censo de 2000 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), a população do município de Santa Maria, RS era de 212.410 habitantes. A população está distribuída por bairros, alocados em oito zonas administrativas, as quais serão usadas como estratos para a divisão de nossa amostra. O público foi entrevistado nos supermercados distribuídos pelas zonas correspondentes. A pesquisa piloto, realizada com 63 pessoas, que apresentou um desvio-padrão no consumo de carnes de 1,45 e um erro amostral de 0,183. Assim, amostra calculada para toda a cidade de Santa Maria foi de 264 pessoas.

A amostra total foi distribuída proporcionalmente pelos estratos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. População de Santa Maria, proporções dos estratos e amostra proporcional

ZONA	POPULAÇÃO	PROPORÇÃO	AMOSTRA
Centro Urbano	61.314	29%	76
Norte	27100	13%	34
Nordeste	29925	14%	37
Leste	15794	7%	20
Centro-leste	7543	4%	9
Sul	16772	8%	21
Centro-oeste	18308	9%	23
Oeste	35654	17%	44
<b>TOTAL</b>	<b>212.410</b>	<b>100%</b>	<b>264</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE (2000) e da Prefeitura Municipal de Santa Maria.

### Modelo econométrico

O método utilizado para a realização do cálculo das elasticidades renda e preço da carne bovina em Santa Maria, RS foi o Ordinary Least Squares (OLS). O uso desta técnica é justificado pela possibilidade de permitir que, através da minimização da soma dos quadrados, sejam encontrados os melhores estimadores lineares não-viesados e de variância mínima.

O modelo a ser estimado consiste em uma regressão do tipo log-linear a partir da qual serão obtidos os coeficientes das elasticidades. Segundo Roppa (2005), a utilização do modelo é explicada pela apresentação das variáveis na escala logarítmica permite que tais

coeficientes passem a ser vistos como variações percentuais, o que facilita a interpretação dos mesmos.

Além disso, “*deve-se ressaltar que a elasticidade (...) nos informa a variação percentual que ocorrerá em uma variável como reação a um aumento de x% em outra variável.*” Conforme Roppa (2005 p. 41-42), a elasticidade converge com a interpretação obtida a partir da regressão na forma logaritmizada.

No que diz respeito à influência dos estudantes, será introduzida uma variável *dummy* ao modelo, pois se uma variável qualitativa parece influenciar o regressando, esta claramente deveria ser incluída entre as variáveis explanatórias (GUJARATI & PORTER, 2011). Desta forma, a equação empregada na análise assume a seguinte especificação:

$$\ln C_{carne} = \alpha_1 + \alpha_2 D_1 + \beta_1 \ln P_{carne} + \beta_2 \ln Y + \varepsilon_i \quad (2)$$

Em que  $\ln C_{carne}$  corresponde ao logaritmo da quantidade em quilograma de carne bovina consumida mensalmente pelas famílias;  $\ln P_{carne}$  é logaritmo do preço pago por quilo de carne bovina adquirida;  $\ln Y$  é o logaritmo da renda mensal em reais das famílias santamarienses;  $D_1$  é a variável *dummy* dos estudantes do município, assumindo valor igual a 1 se o entrevistado for universitário e 0 caso contrário; e  $\varepsilon_i$  é o termo de erro estocástico. Os parâmetros  $\beta_2$  e  $\beta_3$  representam as elasticidades preço e renda respectivamente, o parâmetro  $\alpha_1$  é a base do modelo, ou seja, não estudantes, e  $\alpha_2$  é o parâmetro que indica a influência dos estudantes no consumo de carne bovina em Santa Maria, RS, caso  $\alpha_2$  seja significativo, entende-se que o padrão de consumo dos universitários difere do restante da população.

Como o regressor binário é linear, seu coeficiente na verdade representa a semielasticidade, isto é, a variação percentual no regressando em razão de variações unitárias do regressor. Assim, o intercepto dá o logaritmo médio do consumo dos não estudantes e o coeficiente binário a diferença no logaritmo médio do consumo entre ambos os estratos populacionais. Neste caso, para obter a variação percentual das diferenças entre o consumo dos estudantes e dos não estudantes é preciso tomar o antilogaritmo (para a base e) do coeficiente binário estimado, subtrair um dele e multiplicar a diferença por 100. Para o cálculo da regressão e dos testes econométricos foi utilizado o software STATA, versão 11.1 e o *Microsoft Excel*, versão 2007.

## Procedimentos econométricos

Com o intuito de verificar o grau de eficiência do modelo estimado, bem como realizar uma interpretação dos dados coletados, será realizada a análise estatísticas descritivas das variáveis. Tais análises permitem tanto a identificação do comportamento dos dados quanto à percepção das dimensões de suas variações. Além disso, serão realizados testes de significância global e individual dos parâmetros, bem como diagnósticos de erros de regressão.

Desta forma, através do teste t de Student será possível testar individualmente a hipótese nula de que cada regressor é estatisticamente igual a zero, e, a partir do teste F, verificar a hipótese conjunta de que os verdadeiros regressores parciais são simultaneamente iguais a zero. No que diz respeito ao grau de ajustamento do modelo, será utilizado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Este coeficiente permite averiguar a proporção de variação total da variável dependente que é explicada pela variação da variável independente. O valor

de  $R^2$  pode variar entre zero e um ( $0 < R^2 < 1$ ). Segundo Carvalho & Bacchi (2007), quanto mais próximo estiver do valor de um, melhor será a qualidade do ajustamento.

Também serão realizadas análises no sentido de verificar se os pressupostos do modelo de regressão linear clássico são atendidos pela metodologia proposta. A destacar o teste de normalidade de Jarque Bera e o teste de Breusch-Pagan-Godfrey (BPG) no propósito de detectar o problema de heterocedasticidade já que “em dados de corte transversal envolvendo unidades heterogêneas, a heterocedasticidade pode ser a regra e não a exceção” (GUJARATI & PORTER, 2011, p. 381). Ainda segundo o autor, não é necessária a realizar diagnósticos de autocorrelação já que este é um problema característico de modelos de séries temporais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 estão contidas as estatísticas básicas para todas as variáveis analisadas no presente estudo. Assim, é possível observar os valores das médias; máximo e mínimo; desvio padrão para as variáveis renda; quantidade e preço da carne bovina.

As estatísticas sumárias das variáveis em análise retratam claramente a divergência de comportamento entre os dois estratos populacionais. No caso da renda, destaca-se a magnitude do desvio padrão que, a despeito de apresentar valores de máximo e mínimo bastante similares entre os estratos populacionais, apresentou um grau mais elevado para os estudantes em relação ao restante da população. Este resultado indica que os estudantes de Santa Maria possuem um nível de renda mais heterogêneo que o do restante dos habitantes do município. No que diz respeito às demais variáveis, destacam-se os dados referentes à população de não estudantes que, apesar de ter um intervalo mais amplo entre os valores máximos e mínimos, apresentou um menor desvio padrão.

Tabela 2. Estatísticas básicas das variáveis referentes à população em geral

VARIÁVEIS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Renda	166	11000	2072.934	1799.909
Preço	3.4	60	11.40944	5.236315
Quantidade consumida	1.2	48	10.90047	7.391061

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tabela 3. Estatísticas básicas das variáveis referentes aos estudantes

VARIÁVEIS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Renda	180	10000	1843.933	2134.298
Preço	3	22	11.1572	4.28906
Quantidade consumida	0.4	32	7.632	6.117678

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as distribuições de frequência da quantidade de carne bovina consumida entre os dois estratos populacionais, evidenciando assim as divergências entre o comportamento de consumo de ambos os grupos.



Figura 1. Distribuição de frequência da quantidade de carne bovina consumida pelos não estudantes

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

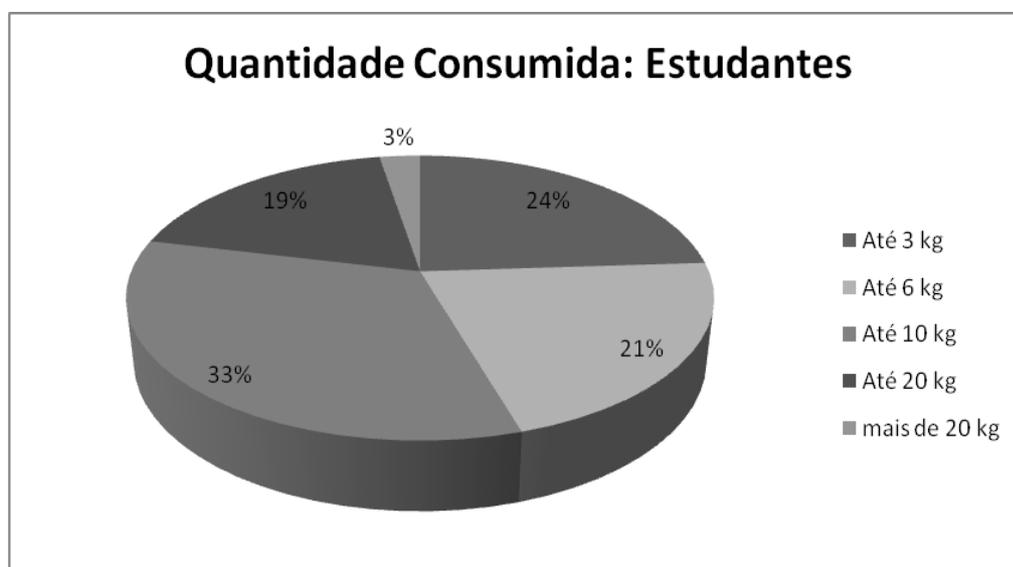


Figura 2. Distribuição de frequência da quantidade de carne bovina consumida pelos estudantes

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Cerca de 45% dos estudantes consomem até seis quilogramas de carne bovina por mês, enquanto que apenas 27% do restante da população apresentam este nível de consumo. Nas faixas de consumo superiores, acima de 10 quilogramas, destaca-se a população não estudante, já que 43% desta têm seu consumo mensal neste patamar, enquanto que apenas

22% dos estudantes santamarienses consomem mais de 10 quilos de carne bovina por mês. Entretanto, resta verificar se estas evidências são estatisticamente significativas, o que é realizado através do modelo de regressão que considera o consumo dos estudantes como variável dummy (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados do modelo de regressão do consumo dos estudantes segundo a variável *dummy*

VARIÁVEIS	ESTIMATIVA PARÂMETROS	DOS VALORES DE T [P]
Constante	2.330875	5.56[0.000]
Efeito de ser estudante	-0.476467	-4.84[0.000]
Logaritmo dos preços	-0.3345499	-2.92[0.004]
Logaritmo da renda	0.0873267	1.56[0.119]
Estatística F( 2, 261) =	11.64 [0.0000]	R <sup>2</sup> = 0.1001

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa através do software Stata 11.1.

Entretanto, antes de interpretar os resultados demonstrados na Tabela 4, é necessário diagnosticar se houve a violação de algum dos pressupostos do modelo de regressão linear clássico. Assim, para verificar a hipótese de normalidade dos resíduos da regressão estimada, são apresentados o histograma da distribuição dos resíduos, Figura 3, e as estimações dos coeficientes de assimetria, curtose e do teste de Jarque-bera (Tabela 5).

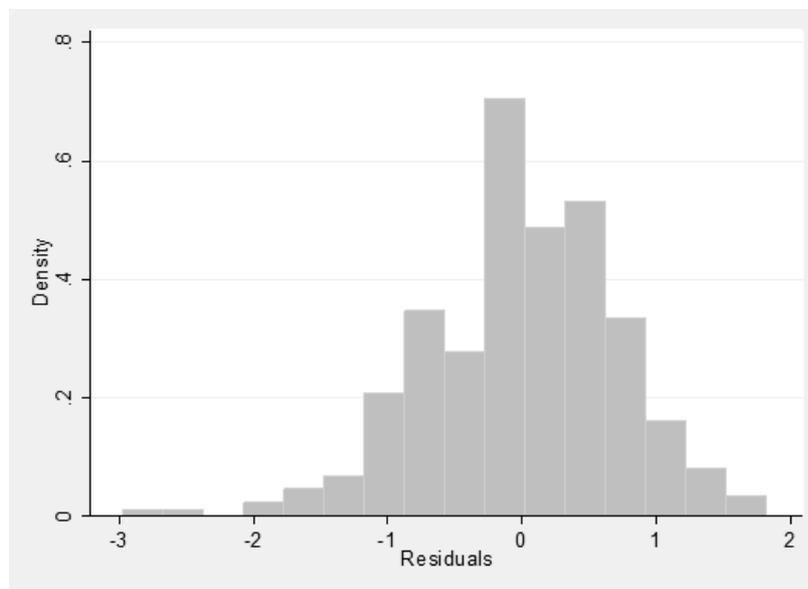


Figura 3. Histograma dos resíduos da regressão estimada, onde Density = densidade; Residuals = residual

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

O diagrama apresentado na Figura 3 demonstra que é provável que os resíduos não tenham uma distribuição normal perfeita, já que grande parte das observações concentra-se na extremidade à direita do eixo. Fato este que é corroborado tanto pelos valores dos coeficientes de assimetria (-0,4663) e curtose (3,90), que no caso da distribuição normal devem estar próximos de zero e três respectivamente, quanto pelo teste de normalidade de Jarque-bera, o

qual apresentou um valor calculado muito elevado (20,18), permitindo a rejeição da hipótese nula de normalidade.

Entretanto, conforme Gujarati & Porter (2011), esta hipótese não é essencial se o objetivo for apenas estimação. Além disso, de acordo com o teorema do limite central, mesmo se os termos de erro não forem normalmente distribuídos, os estimadores OLS serão em amostras assintóticas.

Tabela 5. Coeficientes de assimetria e curtose e resultados do teste de Jarque-Bera para o resíduo da regressão

TESTES	COEFICIENTE
Assimetria	-0,4663069
Curtose	3,901179
Jarque Bera	20,18[4.1e-05*]
Breusch-Pagan-Godfrey	10,30[0,0013*]

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa através do software Stata 11.1.

Legenda: \*probabilidade de aceitar a hipótese nula

Quanto ao problema da multicolinearidade, foi verificado que este não parece estar presente no modelo de parâmetros significativos, tanto individualmente, quanto em conjunto. Todavia, ainda é preciso testar se o modelo é homocedástico, pois na presença da heterocedasticidade a variância do coeficiente estimado por OLS é um estimador viesado e, em consequência, os testes t e F usados habitualmente deixam de ser confiáveis.

Conforme ressaltado na sessão 2.3, o teste utilizado neste estudo para detectar o problema de heterocedasticidade é o BPG, o qual considera a variância constante como hipótese nula. No modelo em questão, o valor calculado do teste BPG (10,30) é bastante alto, permitindo a rejeição da hipótese nula de que o modelo é homocedástico, neste caso medidas corretivas são necessárias. Um dos mais usuais métodos de correção deste problema são os erros padrão corrigidos para heterocedasticidade de White, também conhecidos como erros padrão robustos. Estes permitem que a estimativa seja realizada de modo que as estatísticas válidas assintoticamente possam ser feitas sobre os verdadeiros valores dos parâmetros (WHITE, 1980).

Desta forma, os valores dos coeficientes estimados por OLS permanecem os mesmos, porém os erros padrão podem ser maiores ou menores que os não corrigidos, dado o simples diagnóstico do problema não permite determinar se o viés é positivo (superestimativa) ou negativo (subestimativa).

Tabela 6. Resultados da regressão corrigida pelo procedimento dos erros padrão robustos de White

VARIÁVEIS	ESTIMATIVA PARÂMETROS	DOS VALORES DE T [P]
Constante	2.330875	5.56[0.000]
Efeito de ser estudante	-0.476467	-4.84[0.000]
Logaritmo dos preços	-0.3345499	-2.92[0.023]
Logaritmo da renda	0.0873267	1.56[0.149]
Estat. F (2, 261) = 9.48 [0.0000] R <sup>2</sup> = 0.1095		

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa através do software Stata 11.1.

Tendo por base os resultados de ambas as regressões (Tabelas 4 e 6), é possível constatar que os resultados do teste F corroboram a significância global da regressão estimada tanto no modelo inicial quanto no corrigido, ou seja, revelam que todas as variáveis são significativas em conjunto.

Quanto à significância individual dos parâmetros observa-se que tanto a constante quanto os preços e a variável dummy para o comportamento são significativos a 1% no modelo inicial, entretanto, no modelo corrigido os preços passam a ser significativos apenas ao nível de 5%. Já a variável renda familiar, que só poderia ser considerada a níveis de significância superiores a 11,9% no modelo inicial, no modelo corrigido ela se torna ainda menos significativa, podendo ser considerada apenas ao nível de 14,9%. No que diz respeito à estatística do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), os dados mostram que grau de explicabilidade das variáveis independentes sobre o consumo de carne bovina em Santa Maria está em torno de 10,95%, valor que supera tanto o encontrado no modelo não corrigido (10,01%) quanto os 4,59% encontrados no modelo que não considera o consumo dos estudantes como variável dummy..

Como os parâmetros são significativos, faz-se possível a interpretação das estimações no sentido de que estes representam os coeficientes de elasticidade da demanda de carne bovina para o município de Santa Maria, RS. Ademais, fica atestada a hipótese de que os estudantes santamarienses possuem um padrão de consumo de carne bovina divergente do restante da população, já que o parâmetro  $\alpha_2$  é significativo. Assim, aplicando-se a transformação do antilogaritmo do coeficiente estimado para a variável binária é possível constatar que, a taxa de crescimento da quantidade de carne bovina consumida pelos habitantes de Santa Maria será 37,9% menor para os estudantes do que para o restante da população. Este resultado pode ser justificado pelo fato de que, conforme Borges & Lima (2004), na maioria dos casos os estudantes tendem a realizar suas refeições fora de casa e em horários não padronizados.

No que diz respeito aos coeficientes de elasticidade, a elasticidade-preço indica que aumentos de 1% no preço da carne tendem a ocasionar diminuições de aproximadamente 0,33% em seu consumo. Este resultado converge com a teoria econômica que pressupõe que aumentos nos preços, *coeteris paribus*, afetam negativamente o consumo. Quanto à elasticidade-renda, uma variação de 1% na renda das famílias de Santa Maria, RS, tende a ocasionar uma variação positiva de cerca de 0,087% no consumo de carne, o que também converge com a teoria econômica, no entanto ressalta-se que este coeficiente só é significativo ao nível de 14,9%.

Ao comparar os resultados do presente estudo com os obtidos por Carvalho & Bacchi (2007), os quais calcularam a elasticidade-renda referente à demanda de carne bovina, suína e de frango para diversos estados do Brasil, dentre as quais se destaca o estado do Rio Grande do Sul, é possível perceber que os resultados encontrados pelos autores para a região divergem com os da presente análise. A divergência se dá no que concerne à magnitude dos coeficientes de elasticidade-renda média para a carne de primeira, já que esta ficou em torno dos 0,74%. Entretanto, ao se tratar da elasticidade-renda para a carne de segunda obteve-se um valor mais próximo ao encontrado, cerca de 0,18%.

Além disso, cabe destacar que neste trabalho os estratos populacionais foram os estudantes universitários e o restante da população. Ademais, é importante atentar para o fato de que há uma distinção entre o período abordado pelos autores e o utilizado no presente estudo, o que compromete a eficiência de tais comparações.

## CONCLUSÕES

Faz-se necessário identificar os padrões de consumo de carne bovina, seja devido à representatividade deste produto na cesta de consumo alimentar da população, ou pela relevância do mercado de carne bovina na economia do país. Neste contexto, ao destacar que a população do município de Santa Maria, RS é composta por uma parcela significativa de estudantes e que estes frequentemente possuem um padrão de consumo diferenciado, pode-se evidenciar uma influência no comportamento da curva de demanda por alimentos do município.

Também, conforme a análise da distribuição de frequência da quantidade de carne bovina consumida por ambos os estratos populacionais evidenciou-se divergências entre o comportamento de consumo de ambos os grupos; entretanto, ao incorporar no modelo uma variável que capta a influência do consumo dos estudantes santamarienses, é possível corroborar tal hipótese. Desta forma, constatou-se que a taxa de crescimento da quantidade de carne bovina consumida pelos habitantes de Santa Maria é 37,90% menor para os estudantes do que para o restante da população.

Quanto às demais variáveis, foi confirmada a existência de uma relação significativa entre estas. Os coeficientes de elasticidade foram cerca de -0,33% para os preços e 0,087% para a elasticidade e renda. Assim, torna-se evidente a necessidade de promover uma separação entre o público universitário e o restante da população do município, devido aos padrões de comportamento distintos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 7. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

BARCELLOS, M. D. de. **“Beef-lover”**: Um estudo cross-cultural sobre o comportamento de consumo de carne bovina. [Tese de Doutorado]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2007.

BORGES, C. M.; LIMA FILHO, D. de O. **Hábitos alimentares dos estudantes universitários**: um estudo qualitativo. In: SEMINÁRIOS DE ADMINISTRAÇÃO, São Paulo. Anais..., São Paulo: FEA/USP, 2004.

BLUNDELL, R. Theory and Empirical Evidence – a Survey. **The Economic Journal**, v. 98, n. 389, p. 16-65, 1988.

CARVALHO, T. B. de.; BACCHI, M. R. P. **Estudo da Elasticidade-Renda da Demanda de Carne Bovina, Suína e de Frango no Brasil**. XLV Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina – PR, 2007.

ENGEL, J.; BLACKWELL, R.; MINIARD, P. **Comportamento do consumidor**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.

GUJARATI, D.; PORTER, D. **Econometria Básica**. 5. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

- IBGE. **Censo Demográfico de 2000**. Disponível em: <[http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/acao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/acao/default_censo_2000.shtm)>. Acesso em: 03 abr. 2011.
- IBOPE. **Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística**. 2008. Disponível em: <[http://www.ibope.com.br/opiniao\\_publica/downloads/ibope\\_inteligencia\\_wwf\\_jun06.pdf](http://www.ibope.com.br/opiniao_publica/downloads/ibope_inteligencia_wwf_jun06.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2011.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Mercado Interno**. 2011. Online. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 15 mai. 2012.
- MONTEIRO, M. R. P.; ANDRADE, M. L. de O.; ZANIRATI, V. F.; SILVA, R. R. Hábito e consumo alimentar de estudantes do sexo feminino dos cursos de Nutrição e de Enfermagem de uma universidade pública brasileira. **Revista APS**, v. 12, n. 3, p. 271-277, 2009.
- Prefeitura Municipal de Santa Maria. **Mapa da Divisão Urbana de Santa Maria**. Disponível em: <[http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/mapa\\_divisao\\_urbana.pdf](http://www.santamaria.rs.gov.br/docs/mapa_divisao_urbana.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2011.
- ROPPA, B. F. **Evolução do consumo de gasolina no Brasil e suas elasticidades: 1973 a 2003**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. (Monografia de Bacharelado do Instituto de Economia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- SHETH, J.; MITTAL, B.; NEWMAN, B. **Comportamento do cliente: indo além do comportamento do consumidor**. São Paulo: Atlas, 2001.
- SCHNEIDER, L. **Estimativa dos Gastos dos Alunos da UFSM (2002): Aplicação da Amostragem Estratificada Proporcional**. Santa Maria: UFSM, 2004. (Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa), Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- SILVEIRA, V. C. P.; VIANA, J. G. A; WERNER JUNIOR, C. Preço pago pelo consumidor de carne bovina nas diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1201-1207, 2009.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and poultry: word markets and trade**. Washington: D.C, 2011. Online. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)> . Acesso em: 03 mar. de 2012.
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE.. **Foreign Agricultural Service: Global Agricultural Information Network**. Washington, D.C., 2012. Online. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_1-3-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_1-3-2012.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2012.
- WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, p. 817-838, 1980.

3.2.3.1.4 Artigo aceito na Revista de Monografias Ambientais - REMOA/UFSM (E-ISSN 2236-1308), trabalho aceito, 2013.

### **Relação entre faixas de renda e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil**

#### **Relationship between level income and profile of beef consumers in southern Brazil**

Jackeline Karsten Kirinus<sup>1\*</sup> Ana Paula Burin Fruet<sup>1</sup> Ana Carolina Kohlarusch Klinger<sup>2</sup>  
Andréa Cristina Dörr<sup>2</sup> José Laerte Nörnberg<sup>1</sup>

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA), Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). \*Autor para correspondência, e\_mail: jackeline.kirinus@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Econômicas (DEPCIE), Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH), UFSM.

#### **RESUMO**

A carne bovina está presente na alimentação dos brasileiros e sua demanda está ligada a diversos fatores como: preço, qualidade, preferência, sabor e, principalmente, padrões socioeconômicos dos consumidores. O objetivo deste trabalho foi relacionar a renda assim como, caracterizar outros fatores que determinam e influenciam o consumo de carne bovina na população de Santa Maria, RS, Brasil. Foram aplicados 797 questionários semi-estruturados por 16 entrevistadores devidamente treinados. Após aplicação dos questionários, os dados foram tabulados e analisados. Dentre os entrevistados, 98,37% consomem carne bovina. A costela é o principal corte de preferência, no entanto, os consumidores compram efetivamente o coxão mole. O maior percentual de entrevistados auferem de 1 a 3 salários mínimos mensais. A escolha pelo local de compra do produto cárneo é atribuída preferencialmente a proximidade da residência dos entrevistados. Os consumidores estariam dispostos a pagar mais por uma carne certificada pela maciez. Existe uma tendência a aumentar o consumo e valor pago por quilograma de carne bovina na medida em que aumenta o poder aquisitivo do consumidor. Desta forma, é possível inferir que o poder aquisitivo da população interfere na compra dos diferentes cortes bovinos consumidos.

**Palavras-chaves:** condições socioeconômicas, cortes bovinos, poder aquisitivo, preferência do consumidor.

#### **ABSTRACT**

The beef is present in the diet of Brazilians and their demand is linked to several factors such as price, quality, preference, flavor, and mainly socioeconomics standards of consumers. The aim of this research was to relate the income as well as characterize other factors that determine and influence the consumption of beef in the population of Santa Maria, RS, Brazil. We applied 797 semi-structured questionnaires by 16 trained interviewers. After the

application of the questionnaires, the data were tabulated and analyzed. Among the respondents, 98.37% consume beef. The rib is the main cut chosen by consumers, however, consumers buy effectively topside. The highest percentage of respondents earn of 1-3 minimum wage monthly. The choice of the place that consumers purchase meat products is preferably given by their proximity of residence. Consumers would be willing to pay more for a beef certified by its tenderness. There is a tendency to increase consumption and price paid per kilogram of beef with the increase of the consumers purchasing power. Thus, it is possible to conclude that the purchasing power of the population interferes with the purchase of different cuts of beef consumed.

**Key words:** socioeconomic conditions, meat cuts, purchasing power, consumer preference.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma população de aproximadamente 195,2 milhões de habitantes e apesar das mudanças que estão ocorrendo no país, a distribuição de renda permanece desigual. Observa-se que 30,5% da população declaram não possuir renda; em contrapartida, 0,5% dos habitantes possuem renda maior que 20 salários mínimos mensais. Neste contexto, a renda *per capita* dos brasileiros aumentou nas últimas décadas, passando de R\$ 591,00 em 2001 para R\$ 783,00 em 2011 (IBGE, 2012).

Ao longo das últimas décadas diversas mudanças socioeconômicas e demográficas vêm ocorrendo em todas as regiões do mundo (SCHLINDWEIN; KASSOUF, 2006). Assim, pode-se evidenciar um avanço no desenvolvimento econômico e humano. Grande parte dos brasileiros são beneficiados através das mudanças relacionadas com as melhorias no padrão de vida material, as condições de saúde, o maior tempo de vida, a ampliação no exercício da cidadania, e as maiores oportunidades de aperfeiçoamento pessoal (CACCIAMALI, 2002).

A carne bovina está presente na alimentação dos brasileiros e sua demanda está ligada a diversos fatores como: preço, qualidade, preferência, sabor e, principalmente, a renda (MAZZUCHETTI; BATALHA, 2004). Assim, pode-se dizer que quando há aumento da renda existe tendência em elevar o consumo de carne bovina de primeira (cortes nobres), já a mesma relação não ocorre com carne bovina de segunda e carne de frango (DE CARVALHO; BACCHI, 2007; BENÍTEZ et al., 2010). Desta forma, as tendências no consumo de carne bovina estão aliadas as características socioeconômicas do consumidor, o que constitui parâmetros importantes a fim de identificar os fatores que influenciam na compra do produto (SILVA, 2009).

Com intuito de compreender as relações entre o consumo de cortes cárneos e renda da população, este artigo busca relacionar a renda assim como, caracterizar outros fatores que determinam e influenciam o consumo de carne bovina na população de Santa Maria, RS, Brasil.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil no período de março a abril de 2011 (Latitude: 29 ° 41 '03 "S e Longitude: 53 ° 48 '25 "W). Foram aplicados 797 questionários semi-estruturados por 16 entrevistadores devidamente treinados, os quais explicaram algumas características do mesmo aos consumidores, esclarecendo qualquer dúvida antes do entrevistado responder as perguntas, segundo

aprovação do comitê de ética CAAE número 06049312.3.0000.5346. O questionário mesclou questões fechadas e abertas com o intuito de obter dados qualitativos e quantitativos (GIL, 1999; NEUMAN, 2009).

Os entrevistados foram selecionados de forma aleatória em frente a supermercados distribuídos nas oito zonas administrativas do município, estudantes universitários, idosos e transeuntes do calçadão Salvador Isaías (via pública de grande fluxo). O processo de seleção da amostra aleatória atribui a cada indivíduo da população a mesma probabilidade de ser incluído na amostra (NEUMAN, 2009).

Após aplicação dos questionários, os dados foram tabulados e analisados, através do Pacote Estatístico para as Ciências Sociais – *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 15.0 com auxílio do teste Chi-quadrado. Os valores foram considerados estatisticamente significativos quando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como ferramenta operativa, a aplicação de questionários em pesquisas de investigação sistemática é amplamente utilizada para caracterizar a opinião de uma dada população sobre um assunto específico. Desta forma, este processo auxilia o pesquisador no acesso a eventos já ocorridos, elaboração de perfis de consumo e comportamento, além das aplicações de diversos diagnósticos. É importante analisar as limitações que esse tipo de pesquisa está sujeita, decorrente do tamanho da amostra utilizada, da falta de método estatístico de amostragem mais apropriada, da variabilidade das interpretações na realização da pesquisa e seleção dos questionamentos (VELHO, 2009). Neste sentido, esta ferramenta limita as generalizações, contudo não invalida a pesquisa como sinalizadora de tendências.

A partir do número total de entrevistados, 98,37% (784/797) afirmam que consomem carne bovina, enquanto somente 1,64% (13/797) falaram que não consomem. Portanto, pode-se verificar que a carne bovina representa uma grande importância como fonte de proteína, além disso, segundo Monteiro e Caswell (2004) ela está presente entre os principais itens que compõem a cesta de consumo da população brasileira.

Este resultado vai ao encontro das perspectivas da FAO (2013), ou seja, que ocorrerá um aumento da demanda de carne bovina, principalmente devido ao aumento da produção (9,5 milhões de toneladas) e a melhoria das condições de vida, o que proporcionará um incremento na cesta alimentar da população brasileira. Pode-se dizer que o consumo de proteína animal no âmbito doméstico vem aumentando. CANFAX (2012) constatou que consumo *per capita* de carne bovina aumentou 5,2% desde 2006, ou seja, passou de 36 kg para quase 38 kg, em 2012.

Conforme dados apresentados na Tabela 1 observa-se que a grande maioria dos entrevistados possui uma renda familiar ou pessoal de 1 a 3 salários mínimos e média de 10,58 anos de estudo. No entanto, a média de idade e anos de estudos dos entrevistados é respectivamente de 41,15 e 11,57. A grande variação do desvio padrão pode ser atribuída a heterogeneidade das diferentes populações de análise.

Tabela 1. Caracterização dos entrevistados por renda pessoal ou familiar em salários mínimos, idade e estudo em anos

RENDA EM FAIXAS	IDADE EM ANOS			ANOS DE ESTUDO		
	Entrevistados		Idade	Entrevistados		Estudo
	N**	Média	Desvio Padrão	N**	Média	Desvio Padrão
Menos de 1 SM*	38	32,21	18,32	37	11,98	4,18
1 a 3	363	41,56	18,65	360	10,58	3,75
3 a 4	4	32,00	23,33	4	13,00	1,63
4 a 6	153	42,13	18,90	150	12,52	3,89
7 a 9	73	41,75	16,69	71	12,64	3,02
10 a 15	48	45,85	16,70	46	13,06	3,44
16 a 20	10	27,10	15,67	10	13,60	2,87
Mais de 20 SM*	8	35,12	21,74	8	14,75	2,86
TOTAL	697	41,15	18,56	686	11,57	3,83

\* Salário mínimo; \*\* Tamanho da amostra.

Kotler (1998) aponta que a variável cultural é de grande influência no consumo de bens alimentícios. Neste contexto, Schindwein e Kassouf (2006) relatam que o nível de renda, urbanização e composição familiar foram altamente significativas para determinar o consumo de carne. Além disso, o aumento na renda e nível de escolaridade eleva a probabilidade de consumo e despesa domiciliar com a carne bovina. Em contrapartida, Coelho et al. (2009) afirmam que o nível educacional parece estar negativamente correlacionado com a probabilidade de aquisição dos produtos básicos da cesta domiciliar.

Desta forma, saber quais os cortes bovinos que os consumidores mais gostam e mais compram, assim como os atributos que influenciam o momento da compra são extremamente relevantes para a definição da situação comercial e cultural da carne bovina na esfera de estudo.

Para melhor compreensão, na Tabela 2 foram analisados os cinco primeiros cortes bovinos de preferência dos consumidores. Verificou-se que 156/697 (22,38%) dos entrevistados escolherem a costela como corte que mais gostam ( $p < 0,05$ ). Sugere-se que o resultado encontrado está fortemente ligado com a cultura e tradição do estado do Rio Grande do Sul, devido ao churrasco ser o prato principal da culinária gaúcha.

Tabela 2. Corte de carne bovina de preferência dos consumidores

RENDA EM FAIXAS	CORTE QUE MAIS GOSTA <sup>1</sup> (N = 697)									
	Corte 1 Costela		Corte 2 Picanha		Corte 3 Filé Mignon		Corte 4 Coxão mole		Corte 5 Chuleta	
	N <sup>**</sup>	%	N <sup>**</sup>	%	N <sup>**</sup>	%	N <sup>**</sup>	%	N <sup>**</sup>	%
Menos de 1 SM <sup>*</sup>	10	6,4	5	4,1	8	9,1	3	4,4	2	3,7
1 a 3	93	59,6	56	45,5	30	34,1	40	58,8	33	61,1
3 a 4	1	0,6	0	0,0	0	0,0	1	1,5	0	0,0
4 a 6	34	21,8	35	28,5	21	23,9	10	14,7	10	18,5
7 a 9	9	5,8	16	13,0	12	13,6	7	10,3	5	9,3
10 a 15	5	3,2	8	6,5	11	12,5	5	7,4	4	7,4
16 a 20	3	1,9	1	0,8	2	2,3	1	1,5	0	0,0
Mais de 20 SM <sup>*</sup>	1	0,6	2	1,6	4	4,5	1	1,5	0	0,0
TOTAL	156	100,0	123	100,0	88	100,0	68	100,0	54	100,0

\*Salário mínimo; \*\* Tamanho da amostra; % = percentual; <sup>1</sup>Chi-quadrado de Pearson 0,001.

Em estudo realizado por Farias et al. (2010), dentre os cortes que possuem a maior preferência no município de Bagé, a picanha foi a mais citada (17%), seguido pela costela (14,9%). Por outro lado, considerando o estado do Rio Grande a costela possui a preferência de 26,2%, e a picanha de 11,9%.

Em contrapartida De Vasconcellos et al. (2012) relatam que a costela é o corte de predileção do Pampa com 19,6%, além de ser a mais consumida com 21,6%. Também, Pinheiro et al. (2010) observaram que o tipo de corte mais consumido é a costela representando 53% da preferência dos consumidores seguido do coxão mole (24%).

Quando relatados os atributos elegidos na escolha do corte que mais gostam, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ), apesar de terem sido citados os atributos sabor, maciez e forma de preparo. Segundo Sepúlveda et al. (2011), a avaliação direta da carne é um dos aspectos que mais valorizados pelos consumidores para obter informações sobre a qualidade no momento da compra. Delgado et al. (2012) afirmaram que as preferências sabor e maciez são as mais citadas para a escolha de cortes bovinos.

Na Tabela 3, foram relatados os cinco primeiros cortes que os entrevistados efetivamente mais compram. Pode-se observar que o coxão de dentro 156/689 (22,64%) foi o corte bovino mais citado pelos consumidores ( $p < 0,05$ ).

Quando relatados os atributos na escolha do corte que efetivamente mais compram, não foi verificada diferença estatística ( $p > 0,05$ ), apesar de serem citados os atributos sabor, preço e maciez. Neste sentido, evidencia-se que ao questionar atributos de compra, o preço está presente nas variáveis lembradas, portanto fica clara a partição do custo da carne na decisão de compra e ainda pode-se inferir que muitas vezes o corte de predileção não é o produto consumido.

Tal afirmativa é justificada, por exemplo, pelo alto custo do filé mignon e picanha que foi amplamente citada como corte preferencial. Segundo levantamento realizado por Silveira et al. (2009) a picanha apresentou valor de mercado mais elevado quando comparado com cortes como coxão mole, chuleta, costela e paleta.

Tabela 3. Corte de carne bovina mais consumida pelos entrevistados

RENDA EM FAIXAS	CORTE QUE MAIS COMPRA <sup>1</sup> (N = 689)									
	Corte 1 Coxão mole		Corte 2 Chuleta		Corte 3 Costela		Corte 4 Paleta		Corte 5 Patinho	
	N**	%	N**	%	N**	%	N**	%	N**	%
Menos de 1 SM*	8	5,1	1	1,1	8	11	3	4,3	5	8,3
1 a 3	86	55,1	41	44,6	50	68,5	42	60	28	46,7
3 a 4	3	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a 6	34	21,8	24	26,1	7	9,6	18	25,7	19	31,7
7 a 9	12	7,7	16	17,1	3	4,1	4	5,7	6	10,0
10 a 15	8	5,1	8	8,7	4	5,5	3	4,3	2	3,3
16 a 20	3	1,9	1	1,1	0	0	0	0	0	0
Mais de 20 SM*	2	1,3	1	1,1	1	1,4	0	0	0	0
TOTAL	156	100,0	92	100,0	73	100,0	70	100,0	60	100,0

\*Salário mínimo; \*\*Tamanho da amostra; % = percentual; <sup>1</sup>Chi-quadrado de Pearson de 0,031.

Os consumidores buscam cada vez mais alimentos de alta qualidade. Neste sentido fatores como: boa aparência, adoção de procedimentos de rastreabilidade, higiene no momento da compra, qualidade nutricional, maciez e vida útil prolongada são levados em conta pelo consumidor (AYMERICH et al., 2008; BARCELLOS et al., 2012). Portanto, a qualidade deve ir além da fabricação do produto cárneo, faz-se necessário orientar e supervisionar o processo de embalagem, transporte e exposição do produto até este chegar ao consumidor final, promovendo, assim, a segurança alimentar e certificação.

Os entrevistados apontaram o local de compra do corte e justificaram esta escolha. No entanto, apesar de terem sido citados locais como: mercado, hipermercado, açougue, direto do produtor e restaurante, não foi observada diferença significativa com relação ao local de preferência no momento da compra. Por outro lado, o atributo de escolha conferido ao local da compra está principalmente ligado a proximidade da residência dos consumidores em nível de 5% de significância (Tabela 4).

Tabela 4. Atributo que influencia o local de compra da carne bovina pelos entrevistados conforme a renda familiar ou pessoal em salários mínimos

RENDA EM FAIXAS	PORQUE COMPRA NESTE LOCAL <sup>1</sup>					
	(N = 685)					
	Razão 1 Proximidade		Razão 2 Confiança		Razão 3 Preço	
	N**	%	N**	%	N**	%
Menos de 1 SM*	21	6,5	4	2,4	10	9,3
1 a 3	186	57,4	79	46,5	65	60,7
3 a 4	1	0,3	1	0,6	1	0,9
4 a 6	68	21,8	46	27,1	17	15,9
7 a 9	27	8,3	26	15,3	7	6,5
10 a 15	17	5,2	9	5,3	4	3,7
16 a 20	3	0,9	2	1,2	3	2,8
Mais de 20 SM*	1	0,3	3	1,8	0	0
TOTAL	324	100,0	170	100,0	107	100,0

\*Salário mínimo; \*\*Tamanho da amostra; % = percentual; <sup>1</sup>Chi-quadrado de Pearson de 0,00.

Para Brisola e Castro (2005), a comodidade e a praticidade oferecidas pelos pontos de compra são atributos valorizados pelos consumidores de carne bovina; eles ainda afirmam que a proximidade da residência é uma qualidade bastante valorizada pelos consumidores de faixa de renda intermediária. Por outro lado, Bliska et al. (1998) citam a falta de confiança como uma dos principais entraves à organização da cadeia comercial, enquanto Sepúlveda et al. (2011) afirmam que o preço influencia na aquisição de determinados cortes bovinos.

Demonstra-se na Tabela 5 quais foram os primeiros cortes bovinos que o consumidor estaria disposto a pagar mais pela certificação da maciez. A maioria dos questionados pagaria de R\$ 0,10 a R\$ 2,00 a mais, de modo que a picanha e o coxão duro foram os cortes mais escolhidos ( $p < 0,05$ ). Apesar da costela ter sido o corte mais citado na disposição do consumidor em pagar a mais pela certificação da maciez da carne bovina, não foi verificada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para este corte.

Tabela 5. Relação dos primeiros cortes que o consumidor estaria disposto a pagar mais pela certificação da maciez da carne bovina em faixas de reais

FAIXAS EM REAIS	CORTES BOVINOS			
	Picanha <sup>a</sup>		Coxão duro <sup>b</sup>	
	N*	%	N*	%
Menos de 20% (R\$ 0,10 a 2,00)	42	35,9	26	44,8
21 a 30% (R\$ 2,10 a 3,00)	11	9,4	16	27,6
31 a 40% (R\$ 3,10 a 4,00)	7	6,0	7	12,1
41 a 50% (R\$ 4,10 a 5,00)	25	21,4	3	5,2
Mais de 50 (Mais de R\$ 5,00)	32	27,4	6	10,3
TOTAL	117	100,0	58	100,0

\* Tamanho da amostra; <sup>a</sup> Chi-quadrado de Pearson de 0,044; <sup>b</sup> Chi-quadrado de Pearson de 0,048.

Foi identificado que os consumidores estariam dispostos a pagar menos de 20% pela maciez do corte. Os resultados podem ser explicados pelo fato do elevado preço da carne. Este resultado vai ao encontro do mostrado por Velho et al. (2009), em que consumidores de carne exigem alimentos de qualidade e certificação, porém, estes estão dispostos a pagar somente um pouco a mais pela certificação, em comparação ao valor atual de mercado, provavelmente pelo fato de sua renda mensal não permitir maior valorização desse atributo.

O surgimento de novas formas de organização entre os diversos segmentos da cadeia da carne bovina vêm sendo incentivadas, com a finalidade de garantir a competitividade do setor (FERREIRA, 2002), a partir da diferenciação do produto final originário das cadeias e, conseqüentemente, maior agregação de valor ao mesmo (PATIÑO et al., 2008).

Na avaliação do consumo semanal em quilogramas por renda pessoal ou familiar e o valor médio pago em reais por quilograma (Tabela 6), verifica-se que existe uma tendência a aumentar o consumo e valor pago pelo quilo de carne bovina, na medida em que, aumenta o poder aquisitivo do consumidor. Schlindwein e Kassouf (2006), observaram que a renda domiciliar aumenta a probabilidade do consumo e despesa na aquisição de carne, além de afirmar que um aumento de 10% na renda domiciliar eleva o gasto com carne bovina em 2,8%.

Ainda Pes et al. (2012) afirmam que a elevação na renda da população gera aumento no consumo de alimentos protéicos. Portanto, a demanda de carne bovina está condicionada à renda, já a oferta de carne tende a diminuir em decorrência da elevação do preço do boi, o que pode ser justificado pela menor quantidade adquirida pelos frigoríficos implicando assim, em queda na quantidade ofertada no mercado.

Tabela 6. Caracterização do consumo semanal e do valor pago em reais por quilograma de carne bovina conforme a renda pessoal ou familiar em salários mínimos dos entrevistados

RENDA EM FAIXA	QUANTIDADE QUE COMPRA POR SEMANA			VALOR PAGO POR Kg EM REAIS		
	kg			R\$		
	N**	Média	Desvio Padrão	N**	Média	Desvio Padrão
Menos de 1 SM*	34	1,56	1,40	26	10,57	4,912
1 a 3	329	2,19	1,98	315	11,42	5,06
3 a 4	4	1,02	0,87	4	10,67	4,91
4 a 6	129	2,08	1,53	124	13,32	6,47
7 a 9	65	2,47	1,78	65	12,48	4,70
10 a 15	41	2,52	1,90	37	13,14	4,23
16 a 20	9	2,50	1,17	8	14,98	4,81
Mais de 20 SM*	6	2,00	1,26	7	20,92	7,85
TOTAL	617	2,18	1,82	586	12,17	5,47

\*Salário mínimo; \*\*Tamanho da amostra.

Também Viana e Silveira (2005), relatam que o perfil da cidade influencia o preço pago por quilograma de carne. Além disso, Coelho et al. (2009) exemplificam que o aumento da renda tende a elevar o consumo domiciliar de produtos como carne bovina de primeira e diminuir o consumo de produtos básicos, como arroz e feijão. Desse modo, é possível inferir que o poder aquisitivo da população interfere na compra dos diferentes cortes bovinos consumidos.

A partir dos resultados do presente estudo, e considerando a carência de informações científicas nas diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul, evidencia-se um novo campo de pesquisas na cadeia da carne bovina que busca estabelecer a relação da renda mensal familiar, do comportamento dos preços e dos principais cortes escolhidos, em nível de consumidor. Também, sugere-se investigar os atributos considerados importantes pelos consumidores nas ocasiões em que a carne é consumida, assim como quais os tipos de pratos e o tempo gasto no preparo de pratos em que a carne bovina for utilizada.

## CONCLUSÕES

Os consumidores santamarienses consomem grande quantidade de carne bovina quando comparado ao consumo *per capita* nacional, e a costela é o principal corte de preferência. O maior percentual de entrevistados auferem de 1 a 3 salários mínimos mensais. Ainda, sugere-se que existe uma tendência a aumentar o consumo e valor pago por quilograma de carne bovina na medida em que aumenta o poder aquisitivo do consumidor. Portanto, é possível inferir que o poder aquisitivo da população interfere na compra dos diferentes cortes bovinos consumidos.

Pode-se observar que independente da renda da população, a escolha pelo local de compra do produto cárneo é atribuída preferencialmente a proximidade da residência dos entrevistados. Além disso, a análise dos atributos da carne bovina que foram considerados

importantes pelos consumidores no momento da compra pode favorecer o desenvolvimento e a implementação de estratégias eficazes por parte dos diferentes elos da cadeia produtiva.

O fato do consumidor estar disposto a pagar por uma carne certificada pela maciez é extremamente relevante, pois demonstra as exigências de qualidade que vem sendo requeridas por esta parte da população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYMERICH, T.; PICOUET, P. A.; MONFORT, J. M. Decontamination technologies for meat products. **Meat Science**, v. 78, p. 114–129, 2008.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Consumer perception of Brazilian traced beef. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 771-774, 2012.

BENÍTEZ, R. J. et al. Determinación de los factores que afectan el mercado de carne bovina en México. **Agrociencia**, v. 44, n. 1, p. 109-119, 2010.

BLISKA, F. M. M; PARRÉ, J. L.; GUILHOTO, J. J. M. O programa de produção de carne qualificada de bovídeos no Estado de São Paulo sob o enfoque da Teoria dos Jogos. **Informações Econômicas**, v. 28, n. 2, 1998.

BRISOLA, M. V.; CASTRO, A. M. G. Preferências do consumidor de carne bovina do Distrito Federal pelo ponto de compra e pelo produto adquirido. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 12, n. 1, p. 81-99, 2005.

CANFAX RESEARCH SERVICES (CANFAX). **The Global Cattle Cycle**. 2012.

Disponível em:

<<http://www.canfax.ca/Samples/The%20Global%20Cattle%20Cycle%20Sept%202012.pdf>>.

Acesso em: 16 jan. 2013.

CACCIAMALI, M. C. Distribuição de renda no Brasil: persistência do elevado grau de desigualdade. In: PINHO, D.; VASCONCELLOS, M. A. S. **Manual de Economia**, São Paulo: Ed. Saraiva, 2002. p. 406-422.

COELHO, A. B.; AGUIAR, D. R. D.; FERNANDES, E. A. Padrão de consumo de alimentos no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 2, 2009.

DE CARVALHO, T. B.; BACCHI, M. R. P. Estudo da Elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suína e de frango no Brasil. In: Anais do XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 2007. **Anais...** ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2007. Disponível em:

<<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A160.pdf>>. Acesso em: 06 ago 2013.

DE VASCONCELLOS, M. M. et al. Avaliação do perfil e preferências dos consumidores de carne no Pampa gaúcho. In: VI SIAPE - ANAIS DO SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, v. 4, n. 2, 2012. **Anais...** Bagé: Salão internacional de ensino, pesquisa e extensão, 2012.

DELGADO, R. T. et al. Caracterización del consumidor de carne bovina en la zona metropolitana del Valle de México. **Agrociencia**, v. 46, n. 1, p. 75-86, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Food outlook**: Biannual report in global food markets. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/a1999e/a1999e.pdf>>. Acesso em 21 jul. 2013.

FARIAS, J. L. et al. Comparação entre o perfil dos consumidores de carnes das cidades de Rio Grande e Bagé do estado do Rio Grande do Sul. In: IV SIAPE - ANAIS DO SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, v.2, n.1, 2010, Bagé. **Anais...** Bagé: Salão internacional de ensino, pesquisa e extensão, 2010.

FERREIRA, G. C. **Gerenciamento de cadeia de suprimentos: novas formas de organização na cadeia da carne bovina do Rio Grande do Sul**. 2002. 217 f. Tese (Doutorado em Administração)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999. 206 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Indicadores de 2004 a 2011**: Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por Grandes Regiões, segundo o sexo e as classes de rendimento mensal – 2011. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2011/default.shtm>>. Acesso em: 06 ago 2013.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 725 p.

MAZZUCHETTI, R. N.; BATALHA, M. O. O comportamento do consumidor em relação ao consumo e às estruturas de comercialização da carne bovina na região de Amerios/Pr. **Varia Scientia**, v. 4, n. 8, p. 25-43, 2004.

MONTEIRO, D. M. S.; CASWELL, J. A. **The economics of implementing traceability in beef supply chains: trends in major producing and trading countries**. 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.560067>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

NEUMAN, W.L. **Social research methods: qualitative and quantitative approaches**. 7. ed. Toronto: Pearson, 2009.

PATIÑO, H. O. et al. Desafios e oportunidades das alianças mercadológicas na cadeia produtiva da carne bovina. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 21, n. 1, 2008.

PES, D. A.; DE FIGUEIREDO, M. G.; FIGUEIREDO, A. M. R. Análise econométrica da oferta e demanda de carne bovina. **Revista de Economia da UEG**, v. 8, n. 1, p. 54-73, 2012.

PINHEIRO, M. C.; GOMES, F. E.; LOPES, G. N. Perfil e preferência de consumo da carne bovina na cidade de Boa Vista-Roraima (RR). **Revista agroambiente online**, v. 2, n. 1, p. 28-36, 2010.

SCHLINDWEIN, M. M.; KASSOUF, A. L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 03, p. 549-572, 2006.

SEPÚLVEDA, W. S.; MAZA, M. T.; PRADO, L. Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. **Meat Science**, v. 87, p. 366-372, 2011.

SILVA, R. A. M. S. Porque estudar o comportamento do consumidor de carnes? **Informativo da Cadeia da Carne Bovina do Pantanal Mato-Grossense**, n. 4, p. 01-04, 2009.

SILVEIRA, V. C. P.; VIANA, J. G. A.; WERNER JÚNIOR, C. Preço pago pelo consumidor de carne bovina nas diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1212-1218, 2009.

VELHO, J. P. et al. Disposição dos consumidores porto-alegrenses à compra de carne bovina com certificação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 399-404, 2009.

VIANA, J. G. A., SILVEIRA, V. C. P. A influência das diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul no preço pago pela carne bovina em nível de varejo. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNISC, 11, 2005, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul: Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, 2005. (CD-ROOM).

3.2.3.1.5 Artigo a ser submetido na Revista ITEA-Información Técnica Económica Agraria (ISSN 1699-6887).

### **Caracterização dos consumidores com elevada ingestão de carne bovina na região sul do Brasil**

**Jackeline Karsten Kirinus<sup>1,3\*</sup> Carlos Sañudo<sup>2</sup> Ana Paula Burin Fruet<sup>3</sup> Andréa Cristina Dörr<sup>4</sup> José Laerte Nörnberg<sup>5</sup>**

#### **RESUMO**

Dados da população são fundamentais para o conhecimento sobre os benefícios e os prejuízos do consumo de carne bovina. Em decorrência deste cenário, objetivou-se identificar quais as variáveis socioeconômicas que possuem maior influência sobre a demanda por carne bovina, mais precisamente, sobre a demanda de cortes bovinos da população de Santa Maria, RS, Brasil. A coleta de dados consistiu na aplicação de questionários semi-estruturados a 797 pessoas. Observa-se uma variação bastante elevada entre o maior preço pago e o menor preço pago pelos consumidores por cortes bovinos de primeira escolha. A variável cultural influencia a preferência e compra de cortes bovinos. Os participantes acreditam que uma carne com alto grau de qualidade está relacionada com o cheiro agradável e menor quantidade de gordura. Este estudo forneceu informações sobre os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores, assim como quais suas preferências por determinados cortes bovinos, além da caracterização da população em análise.

**Palavras-chave:** comportamento alimentício, hábitos alimentares, saúde, tipo de corte.

---

<sup>1</sup> Departamento de Medicina Veterinária, Campus Xanxerê II, Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). \*Autor para correspondência, e\_mail: [jackeline.kirinus@gmail.com](mailto:jackeline.kirinus@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Espanha.

<sup>3</sup> Alunas do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos (PPGCTA), Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

<sup>4</sup> Departamento de Ciências Econômicas (DEPCIE), Centro de Ciências Sociais e Humanas (CCSH), UFSM.

<sup>5</sup> Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), CCR, UFSM.

## ABSTRACT

Population data are fundamental to the understanding of the benefits and losses of beef consumption. Due to this scenario, the objective was to identify the socioeconomic variables that have the greatest influence on the demand for beef, more precisely, on the demand for beef cuts of the population of Santa Maria, RS, Brazil. Data collection consisted of the application of semi-structured questionnaires to 797 people. There is a very high variation between the highest price paid and the lowest price paid by consumers first choice cuts of beef. The variable cultural influences preference and purchase of beef cuts. Participants believe that a meat with high quality is related to smell nice and less amount of fat. This study provided information on the quality standards demanded by consumers, as well as what their preferences for certain beef cuts, and characterizing the population analysis.

**Key words:** cattle, demand, interviewed, quality, health.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica. Segundo previsões do USDA (2012a) a produção brasileira, em 2013, deverá aumentar 2,5% (aproximadamente 9,4 milhões de toneladas) consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, como elemento importante para o país por sua inserção no mercado mundial de carne bovina.

Dentre os fatores que contribuem para o aumento na produção de carne bovina cita-se: o maior número de exportações; crescimento contínuo na demanda doméstica por carne bovina; maior poder de compra dos consumidores, o que resulta em maior consumo de proteína animal e fatores como pesos levemente maiores de carcaças, aliados das melhorias genéticas e nutricional (FAO, 2013; USDA, 2012b).

Além disso, o consumo per capita está em expansão no país. Em 2010 foi verificado um aumento per capita de 16,8% (37,4 quilogramas) no consumo de carne bovina em relação a 2009, o qual era de 32 quilogramas (MAPA, 2011). O aumento no consumo ocorreu por diversos fatores, SCHLINDWEIN & KASSOUF (2006) argumentaram que a mudança no padrão de consumo alimentar dos produtos cárneos, deve-se em grande parte às mudanças socioeconômicas e demográficas que vêm ocorrendo no Brasil.

Neste sentido, o estado do Rio Grande do Sul (RS) ocupa posição de destaque na atividade pecuária, principalmente na cadeia produtiva de carne. Além da produção, o consumo da carne bovina é bastante presente e está fortemente ligado com a cultura e tradição desta população. O churrasco é o prato principal da culinária gaúcha e de acordo com BARCELLOS (2012), o consumo de carnes apresenta particularidades quanto à ocasião em que são consumidas, que podem ser classificadas como especiais ou triviais (dia-a-dia). O churrasco passa a ser uma “ocasião especial de consumo”, inferindo em um processo de compra diferenciado, com preferências mais aguçadas, onde é exigido maior conhecimento sobre o produto. É nesse ponto que o estudo dos padrões comportamentais especiais podem trazer grandes contribuições para a teoria do comportamento do consumidor.

É importante ressaltar que o Rio Grande do Sul é o estado mais meridional do Brasil com um consumo per capita de aproximadamente 50 quilogramas por pessoa segundo o Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado do Rio Grande do Sul (SICADERGS, 2010). O estado possui limites sul com o Uruguai e oeste com a Argentina, tendo assim padrões comportamentais muito semelhantes a estes países em relação ao consumo de carne bovina. Segundo a USDA (2012a), o Uruguai liderou o ranking do consumo per capita de carne bovina em 2011, com 60 quilogramas consumidos por pessoa; seguido da Argentina, em segundo lugar, 54 quilogramas; e posteriormente o Brasil, com 37,4 quilogramas per capita.

As mudanças que afetam o consumo de carne bovina na sociedade são constantes e intensas, e acabam por exercer diversas influências sobre o setor produtivo, tendo em vista que são verificadas alterações de conceitos ligados ao consumo de alimentos e qualidade de vida (ENGEL et al., 2000).

Assim, o conceito de qualidade de vida pode ser atribuído a diferentes perspectivas biológica, cultural, econômica e psicológica. A multidimensionalidade e subjetividade deste conceito está associada a cada indivíduo, uma vez que, avalia a qualidade de vida de forma pessoal, nas diferentes perspectivas (SEIDL & ZANNON, 2004; RIBEIRO et al., 2007). Dentre os fatores ambientais, a nutrição/alimentação é considerada o de maior importância para uma melhor qualidade de vida (TYROVOLAS & PANAGIOTAKOS, 2010).

Estudos envolvendo o comportamento do consumo de carne bovina já foram realizadas no Brasil (DELGADO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2009). No entanto, devido às particularidades de cada mercado e os diferentes comportamentos dos consumidores de uma localização geográfica para outra, estudar as características de consumo regional pode contribuir significativamente para a compreensão das demandas dos consumidores por

produtos de qualidade e quais são as características específicas procuradas por estes, além de promover uma ampliação no comércio nacional e internacional.

Desta forma, conhecer o perfil, as exigências e comportamento do consumidor são fatores de extrema importância para a satisfação do cliente, e devem ser considerados para o sucesso da comercialização (KOTLER, 1998).

Em função deste cenário, objetivou-se identificar quais as variáveis socioeconômicas que possuem maior influência sobre a demanda por carne bovina, mais precisamente, sobre a demanda de cortes bovinos específicos consumidos pela população de Santa Maria, RS, Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi realizada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil no período de março a abril de 2011 (Latitude: 29 ° 41 '03 "S e Longitude: 53 ° 48 '25 "W). Foram aplicados 797 questionários semi-estruturados (aprovação do comitê de ética CAAE número 06049312.3.0000.5346) por 16 entrevistadores devidamente treinados, os quais explicaram algumas características do mesmo aos consumidores, esclarecendo possíveis dúvidas antes do entrevistado responder as perguntas. Assim, foi obtido um padrão e garantia de que todas as perguntas foram respondidas. O questionário mesclou questões fechadas e abertas (anexo 1) com o intuito de obter dados qualitativos e quantitativos (GIL, 1999; NEUMAN, 2009).

Os entrevistados foram selecionados de forma aleatória em frente a supermercados distribuídos nas oito zonas administrativas e no calçadão Salvador Isáias (via pública de grande fluxo) do município. O processo de seleção da amostra aleatória atribui a cada indivíduo de uma população a mesma probabilidade ser incluído na amostra (NEUMAN, 2009).

A preferência e compra do consumidor por cortes bovinos, exigência por atributos de qualidade da carne, perfil da saúde dos consumidores e conhecimento sobre conceitos de qualidade da carne bovina foram analisadas por meio do teste Chi-Square, teste T e teste ANOVA (Análise Univariada de Variância) (HAIR et al., 2009).

Na sequência, foi realizada uma análise preliminar dos dados através da análise fatorial, a qual consiste na avaliação e confiabilidade das escalas. Dessa forma, foi utilizada a técnica de análise estatística multivariada denominada análise fatorial com a finalidade de verificar as relações ou conjuntos de relações estabelecidos entre as variáveis que compõem o instrumento de pesquisa, em função das respostas fornecidas pelos entrevistados. De acordo

com HAIR et al. (2009), a análise fatorial aborda o problema de como a estrutura de inter-relações existentes entre as variáveis com a definição de uma série de dimensões subjacentes comuns, os fatores. Além da análise fatorial, foi realizada a análise de cluster que tem como finalidade agrupar indivíduos ou objetos baseando-se em distâncias ou nas similaridades.

## RESULTADOS

Com o objetivo de determinar as variáveis que influenciam a demanda por carne bovina, as respostas dos consumidores foram calculadas utilizando-se a análise fatorial de Análise dos Componentes Principais (PCA) com rotação Varimax. Baseado no critério de Kaiser, quatro fatores foram extraídos cujo resultado da solução fatorial é de 39,06% da variância com um KMO de 0,651.

No próximo estágio (validação das soluções de cluster), determinou-se 5 cluster's com base no teste ANOVA com o intuito de verificar se existe diferença significativa (Tabela 1). Observa-se que os resultados são significativos ( $p > 0,001$ ) e indicam que “idade em anos”, “anos de estudo”, “preço por quilograma de corte de primeira”, “frequência de atividade física”, “índice de massa corporal (IMC)” e “número adequado de refeições” são os fatores que mais contribuem para a diferenciação dos grupos.

Ao observar-se a média das variáveis ativas, foi definido cinco cluster's: cluster 1 (menos esportistas), cluster 2 (mais esportistas), cluster 3 (mais velhos), cluster 4 (segundos mais esportistas), cluster 5 (mais jovens).

Os resultados indicam que o cluster 1 são caracterizados pela baixa média de atividades físicas. Observa-se também que este grupo está em segundo lugar em termos de: anos de estudo, menor idade e os que pagam menos por carne de primeira escolha. Também, são o grupo que consideram uma alimentação adequada, aquela com o maior número de refeições. Assim, apesar do grupo ter maior preferência por picanha, eles optam por comprar patinho, que é um corte de menor valor. Também, são o segundo e terceiro grupo que acreditam que uma carne de alta qualidade deve apresentar menos gordura e cheiro agradável, respectivamente. Com relação a saúde, são caracterizados pelo segundo grupo que apresenta menos problemas de pressão alta (hipertensão) e colesterol alto (hipercolesterolemia). São os segundos que mais comem carne bovina. Acreditam que a carne bovina faz mal a saúde porque causa má digestão. Demonstram nível intermediário de conhecimento sobre qual a principal fonte de proteína que consomem, apesar de serem os segundos que mais sabem o conceito de proteína.

Por outro lado, pessoas do segundo grupo (cluster 2) são considerados os mais esportistas e apresentam menos problemas de hipercolesterolemia. Entre todos os segmentos, este grupo expressa a disposição pelo menor pagamento por cortes de primeira escolha. Além disso, são os segundos com menor grau de escolaridade. Apesar da preferência ser pelo corte de picanha, as pessoas compram mais costela para o consumo em churrasco. No entanto, apesar deste grupo pagar menos pelos cortes de primeira escolha, identifica-se que o mesmo também possui preferência pela picanha, como observado no grupo 1. Desta forma, é o grupo que mais consomem carne bovina. Também, são os segundos que acreditam que uma carne de alta qualidade deve apresentar cheiro agradável. Demonstram nível intermediário de conhecimento sobre o conceito de proteína; e são os segundos que mais sabem o conceito de carboidrato e qual a principal fonte de proteína que consomem.

No cluster 3 observa-se que as pessoas possuem um nível de escolaridade menor, idade mais avançada e maior IMC. Também, é o grupo que consideram uma alimentação adequada, aquela com o menor número de refeições. Os dados revelam que os entrevistados possuem preferência pela costela e adquirem a mesma para realizar churrasco, apesar de pertencerem ao grupo que menos consome carne bovina (juntamente com o grupo 5). Neste caso, há uma convergência de preferência e compra efetiva. Além disso, acreditam que uma carne de alta qualidade deve apresentar menor quantidade de gordura. Contrariamente, são o grupo que apresentam os maiores níveis de hipertensão e os segundos com maior nível de hipercolesterolemia. Demonstram o menor nível de conhecimento a respeito do conceito de proteína e carboidrato, assim como sobre qual a principal fonte de proteína que consomem.

Os resultados do cluster 4 revelam que os entrevistados são os segundos mais esportistas, segundos mais velhos e os segundos que mais pagam pela carne de primeira escolha. Preferem cortes de costela, apesar de adquirem cortes de patinho para realizar churrasco. Opostamente ao grupo 3, são os que apresentam os maiores níveis de hipercolesterolemia e os segundos com maior nível de hipertensão. Juntamente com o cluster 1, são os dois grupos no qual acreditam que a carne bovina faz mal a saúde porque causa má digestão. As pessoas pertencentes a este cluster são as segundas que demonstram o menor nível de conhecimento sobre qual a principal fonte de proteína que consomem, o conceito de proteína e carboidrato. Por outro lado, acreditam que a qualidade da carne bovina é influenciada pelo tipo de alimentação dos animais; em contrapartida, são o grupo que menos crêem que o bem estar animal afeta esta qualidade.

Por fim, o cluster 5 mostra os entrevistados mais jovens, com maior anos de estudo e menor IMC. São os que efetivamente pagam mais pela carne de primeira, além de serem o

segundo grupo que consideram uma alimentação adequada aquela com o maior número de refeições. Preferem o corte filé mignon para preparo de churrasco. Este grupo acredita que o cheiro agradável é a principal característica para uma carne com alto grau de qualidade. Também, são os que menos consomem carne bovina (juntamente com o grupo 3). Demonstram o maior nível de conhecimento sobre qual a principal fonte de proteína que consomem, o conceito de proteína e carboidrato. Acreditam que o bem estar animal influencia a forma de criar e abater os animais.

## **DISCUSSÃO**

A discrepância encontrada nos valores de desvio padrão para as variáveis idade e anos de estudo pode estar atribuída à heterogeneidade da população em análise e, possivelmente, esteja relacionada ao perfil das pessoas entrevistadas. O fato do maior número de participantes possuir 3º grau incompleto corrobora com avanços que vem ocorrendo na educação brasileira desde o ano de 1930 com a criação do Ministério da Saúde e Educação. Este sistema proporciona cada vez mais a inclusão de jovens no ensino universitário, devido a forte expansão no mercado interno e as instalação de grandes indústrias no país, além de oferecer aperfeiçoamento do ensino profissionalizante, médio e superior (CUNHA, 2000).

Quando avaliou-se o preço pago em reais pelo corte de primeira escolha observa-se uma variação bastante elevada entre o maior preço pago pelo cluster 5 e o menor preço pago pelo cluster 2. Este achado sugere que os preços da carne são determinantes primários do consumo per capita de carne bovina e que os padrões de consumo de carne podem ser determinados por outros fatores, além dos preços relativos e das despesas totais de carne.

Estudo realizado por MCGUIRK et al. (1995) concluiu que os preços da carne bovina não são estáveis. Por outro lado, KINNUCAN et al. (1998) constataram que as informações de saúde tiveram um impacto relativamente grande da demanda de carne, enquanto os impactos publicitários genéricos eram pequenos e instáveis. CAPPS et al. (1988) relataram que as atitudes dos consumidores em relação a quantidade de gordura afeta a comercialização dos produtos. LAFRANCE (2002) concluiu que a etnia e faixa etária afetam a demanda de carne. Já GRUNERT (2006) afirma que o preço influencia a aquisição de determinados cortes bovinos.

A busca por melhoria da condição de vida, aparência física e as preocupações estão cada vez mais associadas à própria noção de saúde, sendo considerados fatores fundamentais para a mudança do comportamento físico (MASCARENHAS et al., 2007; NICKLAS et al., 2012). Conforme observado nos grupos 1 e 5, os resultados referentes as atividades esportivas

é preocupante, uma vez que os participantes destes grupos são os mais jovens, com maior nível de escolaridade, e, no entanto, são os que menos realizam esportes.

As atividades físicas são considerados importantes estratégias de promoção em saúde e prevenção de doenças. No entanto, devido aos resultados encontrados neste trabalho sugere-se investigar melhor a população analisada, pois geralmente a falta de atividades físicas está relacionado a pessoas adultas ou idosas, e ao baixo nível de escolaridade (FLORINDO et al., 2001; BESSA et al., 2008).

De acordo com a classificação do IMC obtida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), os resultados mostraram que os três grupos com maior idade estão com sobrepeso (cluster 2, 3, e 4). Um dos fatores relacionados ao envelhecimento sadio é uma boa nutrição durante toda a vida. O estado nutricional adequado aumenta o número de pessoas que se aproximam do ciclo máximo de vida (MONTEIRO et al., 2001). Neste caso, o indicador analisado corrobora com os resultados encontrados por CAMPOS et al. (2006), em que o idoso com 9 - 11 anos de escolaridade tem 2,36 vezes maiores chances de apresentar sobrepeso, quando comparado ao idoso com quatro ou menos anos de escolaridade.

Diversos trabalhos foram realizados com a finalidade de avaliar os determinantes do consumo de alimentos. KOTLER (2000), aponta que a variável cultural é de grande influência no consumo de bens alimentícios. Com relação aos cortes de preferência, o fato da picanha ser escolhida pelos grupos 1 e 2, ao passo que a costela foi elegida pelos grupos 3 e 4; e o filé mignon somente foi o mais preferido pelo grupo 5 demonstra uma disputa mercadológica pela preferência do consumidor.

Estudo realizado por FARIAS et al. (2010), os cortes de preferência do estado do Rio Grande do Sul são a costela (26,2%) e a picanha (11,9%). Também, BITTENCOURT et al. (2010) observou que ocorrem divergências de preferências por cortes bovinos em cidades localizadas na fronteira do estado do Rio Grande do Sul. Para alguns, a chuleta e costela foram os cortes com maior preferência (19,5%). No entanto, para outros, a costela foi o corte preferido (18,4%), seguido do corte picanha (14,3%). Neste sentido, saber quais os cortes bovinos que os consumidores mais gostam e quais mais compram, assim como, quais os atributos que influenciam o momento da compra são extremamente relevantes para a definição da situação comercial e cultural da carne bovina.

É importante ressaltar que estas regiões de fronteira sofrem grande influência geográfica e cultural de países vizinhos, como por exemplo: Uruguai e Argentina. Atualmente, estes países são considerados tradicionais produtores de carne de qualidade, de bovinos de raças européias, fato que também pode influenciar o tipo de comportamento das

peessoas. Além da variável cultural, existem diversos fatores que influem na decisão de compra por determinados cortes de carne bovina, por exemplo: escolaridade, renda, sexo, preço pago e preocupação com aspectos sanitários.

Outro aspecto bastante discutido é o teor de gordura (GRUNERT et al., 2004; NICKLAS et al., 2012) e, possivelmente, o efeito negativo de carne vermelha nos níveis de colesterol dos consumidores, o que tornou-se uma das principais preocupações para a saúde humana. Neste sentido, explorar como os consumidores avaliam a qualidade da carne constitui uma das perguntas deste trabalho.

Os resultados mostram que, em geral, a maioria dos participantes consideram a carne como um alimento saudável. Foi observado que os entrevistados dos grupos 1, 2 e 5 acreditam que uma carne com alto grau de qualidade está relacionada com o cheiro agradável. Por outro lado, entrevistados do grupo 3 afirmam que carne de qualidade significa uma carne com menos gordura; já o grupo 4 apresentou dados semelhantes em relação à qualidade da carne (cheiro agradável e menos gordura). Assim, pode-se observar que os consumidores estão cada vez mais preocupados com os qualidade do produto cárneo, além dos impactos gerados pelo consumo alimento na saúde pessoal.

O consumo de carne bovina tornou-se uma questão bastante polêmica nos últimos tempos. Por um lado, a carne vermelha apresenta elevado valor nutricional e é benéfica para a saúde dos consumidores. Por outro lado, ao longo das duas últimas décadas, esta imagem positiva do valor nutricional da carne vermelha têm sido frequentemente ofuscada por divergências na evolução do mercado consumidor e no próprio setor de carnes (VAN WEZEMAEL et al., 2010).

Os grupos 1 e 4 foram os únicos que acreditam que a carne bovina faz mal a saúde porque causa má digestão. GRUNERT et al. (2004) relata que o nível da salubridade da carne muitas vezes não é claramente observável para os consumidores. Por isso, o produto deve ter credibilidade para que os consumidores possam confiar na informação disponível, como alegações de saúde. Devido a essa informação, tal análise deve centrar-se na avaliação da qualidade do produto no momento antes da compra.

Fatores intrínsecos tais como: tipo de corte, aparência e teor de gordura; e fatores extrínsecos como: marca, embalagem, rótulos e preços são muito utilizados pelos consumidores para avaliar a salubridade e qualidade da carne antes e durante a compra (GRUNERT et al., 2004; VAN WEZEMAEL et al., 2010). Portanto, é importante saber como os consumidores percebem e avaliam estes atributos.

A prevalência de hipertensão arterial no Brasil é elevada, estima-se que, aproximadamente 25 milhões, de adultos apresentam problemas de hipertensão (SCHMIDT et al., 2009). Essa alteração é considerada um fator de risco para as doenças cardiovasculares, conseqüentemente é uma das causas de maior redução da qualidade e expectativa de vida dos indivíduos (PASSOS et al., 2006).

Com relação a saúde dos consumidores, os dados revelam que os principais problemas relatados foram a hipertensão e a hipercolesterolemia. A relação entre a idade, o grau de escolaridade e a prevalência ou não de doenças dos entrevistados revelou que os indivíduos mais velhos e com menor nível de estudo apresentam maior percentual de hipertensão arterial. Por outro lado, observou-se que o percentual de entrevistados com maior nível de hipercolesterolemia são os segundos com maior idade. A maior frequência de hipertensão encontrada no grupo 3 (mais velhos), possivelmente, pode estar associado ao sedentarismo ou ao hábito alimentar das pessoas (que vivem na região sul do Brasil) em consumir churrasco com grande frequência, o qual utiliza cloreto de sódio (NaCl) em abundância no seu preparo.

Desta forma, pode-se inferir que quanto maior o nível de escolaridade, menor a prevalência de doenças. Sugere-se que o menor percentual de problemas de saúde em pessoas com maior nível de escolaridade pode estar atribuído principalmente ao acesso as informações obtidas por esses grupos. A busca por melhoria da condição de vida e aparência física estão cada vez mais associadas à própria noção de saúde, sendo considerados fatores fundamentais para a mudança de comportamento (MASCARENHAS et al., 2007; NICKLAS et al., 2012).

Comparando a prioridade de consumo dos tipos de carnes, constatou-se que as pessoas do grupo 2 são as que mais consomem carne bovina e conseqüentemente são as mais esportistas. A carne bovina contém uma importante fonte de nutrientes essenciais, contendo proteína de alta qualidade e de micronutrientes, tais como vitaminas A, B6, B12, D e E, ferro, zinco e selênio, contribuindo para a saúde dos consumidores ao longo da vida (WILLIAMSON et al., 2005).

De acordo com XUE (2010), embora o conhecimento de nutrição não está diretamente relacionado com as intenções comportamentos ou atitudes, ele influencia significativamente o consumo da carne, porque os consumidores tendem a fazer compensações entre os benefícios para a saúde e prazer ao comer os alimentos de consumo. O grupo 3 e 5 foram os que menos consumiram carne bovina, além de serem os que demonstraram o menor e maior nível de conhecimento, respectivamente, sobre qual a principal fonte de proteína que consomem e o conceito de proteína e carboidrato.

FURNOLS et al. (2011) afirma que a etapa anterior a compra de carne pelos consumidores é muito importante, pois neste momento eles recebem diferentes tipos de informação que afetam sua decisão de escolha antes do consumo. Além disso, SANJUÁN et al. (2012) diz que no momento da compra dos produtos, as considerações éticas alimentares também são importantes. Segundo o mesmo autor, faz-se necessário saber informações de bem estar animal, sistemas de produção, possíveis implicações e aspectos sociais envolvidos, além de preço, país de origem, tipo de produto, aparência, informações nutricionais e etc. Os resultados deste trabalho mostraram que as pessoas mais jovens e com maior nível de escolaridade (cluster 5) são as mais preocupadas com informações de bem estar animal. Por outro lado, para este mesmo grupo o tipo de alimentação não é a principal característica que afeta o processo de amaciamento da carne bovina.

A comparação dos resultados obtidos no presente trabalho nos permite avançar na definição de hipóteses sobre o grau de dependência ou independência entre os consumidores dos diferentes grupos estudados (clusters). Também, os resultados deste estudo fornecem informações sobre os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores, assim como quais suas preferências por determinados cortes bovinos, além da caracterização da população em análise.

## **CONCLUSÃO**

Observa-se uma alta variação entre o maior preço pago e o menor preço pago pelos consumidores por cortes bovinos de primeira escolha quando comparada ao países Uruguai e Argentina.

O consumo de carne bovina está relacionado com a idade, escolaridade e qualidade de vida dos entrevistados. Ficou evidente que os fatores socioeconômicos (idade e escolaridade) são determinantes no processo de conscientização e mudança dos hábitos de vida dos entrevistados.

Os consumidores preocupam-se com a quantidade de gordura e odor da carne bovina, sendo estes atributos fundamentais no momento da decisão de compra.

Faz-se necessário estabelecer ações para demonstrar os benefícios e prejuízos do consumo, qualidade e impactos gerados com a produção de carne bovina; a fim de esclarecer a sociedade das constantes e intensas mudanças que acabam por exercer influência no setor produtivo, consumo dos alimentos e qualidade de vida.

**REFERÊNCIAS**

- BARCELLOS, J.O.J. et al. Consumer perception of Brazilian traced beef. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.771-774, 2012.
- BESSA, M. et al. **Ingestão de alimentos fluidos e risco de excesso de peso em crianças**. 2008. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/15373>>. Acesso em: 18 jul. 2013.
- BITTENCOURT, R. et al. Avaliação do perfil dos consumidores de carnes dos municípios de Dom Pedrito e Santana do Livramento no Estado do Rio Grande do Sul. In: IV SIAPE - ANAIS DO SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, v.2, n.1, 2010, Bagé. Anais... Bagé: Salão internacional de ensino, pesquisa e extensão, 2010.
- CAMPOS, M.A.G. et al. Estado nutricional e fatores associados em idosos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.52, n.4, p.214-21, 2006.
- CAPPS, O.Jr., D.S. et al. Consumer Characteristics Associated with the Selection of Lean Meat Products. **Agribusiness**, v.4, p.549-57, 1988.
- CUNHA, L.A. Ensino superior e universidade no Brasil. **EMT**, v.500, p.151-204, 2000.
- DELGADO, E.F. et al. Brazilian consumers perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste. **Scientia Agricola**, v.63, p.232-239, 2006.
- ENGEL, J.F. et al. **Comportamento do consumidor**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.
- FARIAS, J.L. et al. Comparação entre o perfil dos consumidores de carnes das cidades de Rio Grande e Bagé do estado do Rio Grande do Sul. In: IV SIAPE - ANAIS DO SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, v.2, n.1, 2010, Bagé. **Anais...** Bagé: Salão internacional de ensino, pesquisa e extensão, 2010.
- FLORINDO, A.A. et al. Fatores associados à prática de exercícios físicos em homens voluntários adultos e idosos residentes na Grande São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.4, n.2, p.105-13, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Food outlook: Biannual report in global food markets**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/al999e/al999e.pdf>>. Acesso em 21 jul. 2013.
- FURNOLS, M.F. et al. Consumer's purchasing intention for lamb meat affected by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spain, France and United Kingdom. **Food Quality and Preference**, v.2, p.443-451, 2011.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999. 206 p.

- GRUNERT K.G. et al. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector - a review. **Meat Science**, v.66, n.2, p.259-272, 2004.
- GRUNERT, K.G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science**, v.74, p.149-160, 2006.
- HAIR, J.F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 593 p.
- KINNUCAN, H.W. et al. Effects of Health Information and Generic Advertising on U.S. Meat Demand. **American Journal of Agricultural Economics**, v.79, p.13-23, 1997.
- KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 725 p.
- LAFRANCE, J.T. **The Structure of U.S. Food Demand**. Working Paper N° 938. California Agricultural Experiment Station, Giannini Foundation of Agricultural Economics, University of California at Berkeley, 2002. Disponível em: <<http://www.escholarship.org/uc/item/6p33q166?query=The%20Structure%20of%20U.S.%20Food%20Demand;hitNum=1#page-1>>. Acesso em: 17 ago. 2013.
- MASCARENHAS, F. et al. Acumulação flexível, técnicas de inovação e grande indústria do fitness: O caso curves Brasil. **Pensar a Prática**, v.10, n.2, p.237-259, 2007.
- MCGUIRK, A.P. et al. System Misspecification Testing and Structural Change in Demand for Meats. **Journal of Agricultural and Resource Economics**, v.20, p.1-21, 1995.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Mercado interno**. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 21 jan. 2012.
- MONTEIRO, C.A. et al. Symposium: Obesity in Developing Countries: Biological and Ecological Factors. Independent Effects of Income and Education on the Risk of Obesity in the Brazilian Adult Population. **Journal of Nutrition**, v.131, n.3, p.881-886, 2001.
- NEUMAN, W.L. **Social research methods: qualitative and quantitative approaches**. 7. ed. Toronto: Pearson, 2009.
- NICKLAS, T.A. et al. Contribution of beef consumption to nutrient intake, diet quality, and food patterns in the diets of the US population. **Meat Science**, v.90, n.1, p.152-158, 2012.
- PASSOS, V.M.A. et al. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.15, n.1, p.35-45, 2006.
- RIBEIRO, J.P. et al. Validation study of a portuguese version of the hospital anxiety and depression scale. **Psychological, Health & Medicine**, v.12, n.2, p.225-237, 2007.

- SANJUÁN, A.I. et al. Consumers willingness to pay for beef direct sales. A regional comparison across the Pyrenees. **Appetite**, v.58, p.1118-1127, 2012.
- SCHLINDWEIN, M.M.; KASSOUF, A.L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.44, n.3, p.549-572, 2006.
- SCHMIDT, M.I. et al. Prevalência de diabetes e hipertensão no Brasil baseada em inquérito de morbidade auto-referida. **Revista de Saúde Pública**, v.43, n.2, p.74-82, 2009.
- SEIDL, E.M.; ZANNON, C.M. Qualidade de vida e saúde: aspectos conceituais e metodológicos. **Cadernos de saúde pública**, v.20, n.2, p.580-588, 2004.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CARNES E DERIVADOS NO ESTADO SUL (Sicadergs). **Uruguai passa Argentina em consumo de carnes**. 2010. Disponível em: <[http://www.revistasaboresdosul.com.br/informacoes/ver.php?id=24529=Consumo\\_de\\_carne](http://www.revistasaboresdosul.com.br/informacoes/ver.php?id=24529=Consumo_de_carne)>. Acesso em: 15 abr. 2013.
- SILVEIRA, V.C.P. et al. Preço pago pelo consumidor de carne bovina nas diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1201-1207, 2009.
- TYROVOLAS, S.; PANAGIOTAKOS, D. The role of Mediterranean type of diet on the development of cancer and cardiovascular disease, in the elderly: a systematic review. **Maturitas**, v.65, p.122-130, 2010.
- WILLIAMSON, C.S. et al. Red meat in the diet. **Nutrition Bulletin**, v.30, n.4, p.323-355, 2005.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Brazil Livestock and Products Annual Livestock Report 2012**. Washington: D.C, 2012a. Online. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_9-6-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_9-6-2012.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Foreign Agricultural Service: Global Agricultural Information Network**. Washington: D.C, 2012b. Online. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_1-3-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_1-3-2012.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2012.
- VAN WEZEMAEL, L. et al. Consumer perceptions of beef healthiness: results from a qualitative study in four European countries. **BMC Public Health**, v.10, p.342, 2010.
- XUE, H. et al. Consumer preferences and willingness to pay for grass-fed beef: Empirical evidence from in-store experiments. **Food Quality and Preference**, v.21, n.7, p.857-866, 2010.

Tabela 1. Características das variáveis ativas e passivas de cada cluster

	CL 1, (42.34%)	CL 2, (19.52%)	CL 3, (22.53%)	CL 4, (13.81%)	CL 5 (1.80%)	Total, (100%)
a) Média das variáveis ativas do cluster (desvio padrão)						
Idade em anos***	23.76 (4.45)	41.32 (4.95)	66.76 (5.03)	53.39 (3.44)	19.50 (1.37)	40.89 (18.05)
Anos de estudo***	13.03 (2.22)	12.04 (3.70)	9.82 (4.29)	12.39 (4.52)	13.33 (1.75)	12.03 (3.63)
Preço pago em Reais pelo corte de primeira escolha ***	11.51 (4.17)	11.26 (4.12)	11.77 (4.52)	14.46 (7.08)	33.96 (2.53)	12.33 (5.63)
Frequência que realiza atividade física por semana*	2.89 (1.64)	4.15 (4.34)	3.58 (1.83)	3.73 (2.30)	3.00 (0.89)	3.41 (2.54)
Índice de massa corporal (IMC)***	23,19 (3,63)	25,29 (4,64)	26,63 (4,36)	26,03 (4,97)	22,83 (2,08)	24,73 (4,42)
Número adequado de refeições***	4,55 (1,19)	4,10 (1,21)	3,64 (1,21)	4,00 (1,13)	4,16 (0,75)	4,17 (1,23)
b) Variáveis passivas de cluster: proporção em diferentes clusters, porcentagem (resíduos estandarizados acima +2/-2)						
Preferência pelo corte: Picanha (%) * <sup>1</sup>	25,53	26,15	8,00 (-2.3)	15,22	16,67	20,12
Preferência pelo corte: Costela (%) * <sup>1</sup>	17,02	9,23	29,33 (2.2)	21,74	0,00	18,62
Preferência pelo corte: Filé mignon (%) * <sup>1</sup>	17,02	9,23	14,67	6,52	50,00 (2.3)	14,11
Corte que compra: Costela (%) ** <sup>1</sup>	4,96	10,77	16,00 (2.0)	8,70	0,00	9,01
Corte que compra: Patinho (%) * <sup>1</sup>	10,64	6,15	1,33 (-2.1)	15,22	0,00	8,11
Forma de preparo: churrasco (%)*	32,62	26,15	18,67	34,78	100,00	29,73
Forma de preparo: carne moída (%) *	26,24	26,15	17,33	15,22	83,33	23,72
Alto grau de qualidade da carne bovina: menos gordura (%) * <sup>1</sup>	36,17	33,84	49,33	34,78	0,00	37,83
Alto grau de qualidade da carne bovina: cheiro agradável (%) * <sup>1</sup>	46,80	52,30	32,00	34,78	66,66	43,24
Problema de saúde: hipertensão alta (%) ***	1,42	20,00	49,33	23,91	0,00	18,92
Problema de saúde: colesterol alto (%) ***	4,96	1,54	25,33	28,26	16,67	12,31
Carne bovina causa: má digestão (%) *	6,38	0,00	0,00	8,70	0,00	3,90
Ordem de prioridade: carne bovina (%) ***	75,18	75,38	66,67	67,39	66,67	72,07
Sabe o que é proteína (%) ***	60,99	60,00	40,00	56,52	100,00	56,16
Sabe o que é caiboidrato (%) ***	84,40	84,62	62,67	82,61	100,00	79,58
Sabe qual a principal fonte de proteína que consome (%) ***	89,36	92,31	70,67	86,96	100,00	85,59
Tipo de alimentação dos animais afeta maciez da carne bovina (%) *	14,89	9,23	18,67	30,43	0,00	16,52
Bem estar animal afeta a forma de criar e abater os animais (%) *	12,77	13,85	18,67	4,35	50,00	13,81

Legenda: CL = cluster; \*\*\* = significativo a nível  $p < 0,001$ ; \*\* = significativo a nível  $p < 0,01$ ; \* = significativo a nível  $p < 0,05$ ; F-value “Idade em anos” = 1227,84; F-value “Anos de estudo” = 11,08; F-value “Preço pago em Reais pelo corte de primeira escolha” = 35,88; F-value “Frequencia que realiza atividade fisica por semana” = 3,23; F-value “IMC” = 10,201; F-value “Numero adequado refeições” = 7,672. <sup>1</sup>1 = Sim; Chi-quadrado

“Preferência pelo corte: Picanha” = 11,62; Chi-quadrado “Preferência pelo corte: Costela” = 11,36; Chi-quadrado “Preferência pelo corte: Filé mignon = 10,84; Chi-quadrado “Corte que compra: Costela” = 8,13; Chi-quadrado “Corte que compra: Patinho” = 9,81; Chi-quadrado “Forma de preparo: churrasco” = 20,101; Chi-quadrado “Forma de preparo: guisado” = 16,020; Chi-quadrado “Alto grau de qualidade da carne bovina: menos gordura” = 8,65; Chi-quadrado “Alto grau de qualidade da carne bovina: cheiro agradável” = 9,45; Chi-quadrado “Problema de saúde: hipertensão alta” = 75,577; Chi-quadrado “Problema de saúde: colesterol alto” = 36,760; Chi-quadrado “Carne bovina causa: má digestão” = 11,051; Chi-quadrado “Ordem de prioridade: carne bovina” = 21,670; Chi-quadrado “Ordem de prioridade carne peixe” = 29,784; Chi-quadrado “Sabe o que é proteína” = 14,368; Chi-quadrado “Sabe o que é caiboidrato” = 18,760; Chi-quadrado “Sabe qual a principal fonte de proteína que consome” = 18,369; Chi-quadrado “Tipo de alimentação dos animais afeta maciez da carne bovina” = 10,673; Chi-quadrado “Bem-estar animal afeta a forma de criar e abater os animais” = 11,675.

## Anexo 1 – Questionário aplicado aos entrevistados

### PESQUISA SOBRE PRODUTOS CÁRNEOS

Número: \_\_\_\_\_ Bairro: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

01) Idade \_\_\_\_\_ 02) Altura \_\_\_\_\_ 03) Peso \_\_\_\_\_

04) Grau de escolaridade? \_\_\_\_\_ anos de estudo.  
 Não estudou  1º Grau incompleto  1º Grau completo  
 2º Grau incompleto  2º Grau completo  
 3º Grau incompleto  3º Grau completo  
 Pós-graduação incompleta  Pós-graduação completa

05) Tem problema de:

1.  hipertensão  Sim  Não
2.  colesterol  Sim  Não
3.  outro: \_\_\_\_\_

06) Realiza atividade física?  Sim  Não

Que tipo \_\_\_\_\_

Que frequência  \_\_\_\_\_ vezes / semana

07) Consome carne bovina?

- Não – Por que \_\_\_\_\_  
 Sim, como:  assada no forno  churrasco  
 frita  panela  guisado/ moída

08) Enumere por ordem de prioridade as 3 principais carnes que você consome, (exemplo: 1, 2, 3)

Gado  Frango  Porco  Peixe  Ovelha

09) Corte de carne bovina que mais gosta/ prefere?

- contrafilé  filé mignon  coxão fora  coxão dentro  maminha  
 picanha  alcatra  patinho  tatu  costela  ripa  chuleta  
 vazio  peito  paleta  agulha  outra: \_\_\_\_\_

10) Por que você mais gosta do corte que escolheu na questão 09?

Sabor  Cor  Preparo  Gordura  Maciez

11) Corte de carne bovina que mais consome/compra por semana?

Corte?	Onde compra?	Pq compra?	Preço paga?	Quant. gr ou kg?
<input type="checkbox"/> contrafilé	<input type="checkbox"/> Hipermercado	<input type="checkbox"/> Higiene		
<input type="checkbox"/> filé mignon	<input type="checkbox"/> Mercado			
<input type="checkbox"/> coxão fora	<input type="checkbox"/> Açougue	<input type="checkbox"/> Confiança		
<input type="checkbox"/> coxão dentro	<input type="checkbox"/> Direto do produtor	<input type="checkbox"/> Proximidade		
<input type="checkbox"/> maminha	Outro: _____	<input type="checkbox"/> Preço		
<input type="checkbox"/> picanha	_____			
<input type="checkbox"/> alcatra	_____			
<input type="checkbox"/> patinho	_____			
<input type="checkbox"/> tatu	_____			
<input type="checkbox"/> costela	_____			
<input type="checkbox"/> ripa	_____			
<input type="checkbox"/> chuleta	_____			
<input type="checkbox"/> vazio				
<input type="checkbox"/> peito				
<input type="checkbox"/> paleta				
<input type="checkbox"/> agulha				
<input type="checkbox"/> outra: _____				

12) Por que você consome/ compra mais o corte que escolheu na questão 11?

1. ( ) Preço	( ) cara ( ) barata ( ) médio preço
2. ( ) Apresentação / Embalagem	( ) vem solta ( ) bandeja ( ) vácuo ( ) charque/ seca
3. ( ) Procedência	( ) rastreada ( ) não rastreada
4. ( ) Raça	( ) zebu ( ) hereford ( ) bradford ( ) mestiço ou cruza
5. ( ) Forma de preparo	( ) assada no forno ( ) churrasco ( ) frita ( ) panela ( ) guisado/ moída
6. ( ) Sabor	( ) succulenta ( ) gorda ( ) magra
7. ( ) Maciez	( ) dura ( ) macia
8. ( ) Cor	( ) vermelha vivo ( ) vermelho escuro

13) Cite 1 alimento rico em proteína: \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

14) Cite 1 alimento rico em carboidrato: \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

15) Cite 1 alimento rico em gordura: \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

16) Qual a principal fonte de proteína que você consome: \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

17) O que você considera um número adequado de refeições:  
( ) 1 refeição ( ) 2 refeições ( ) 3 refeições  
( ) 4 refeições ( ) 5 refeições ( ) 6 refeições ( ) mais de 6

18) Você acha que a carne bovina faz mal para a saúde?  
( ) Não ( ) Sim, por que \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

19) Caso tenha respondido SIM na questão 20, como você soube que essa carne faz mal para a saúde?  
( ) televisão ( ) rádio ( ) internet ( ) sala de aula ( ) jornais ( ) revistas  
( ) profissionais da saúde ( ) amigos ( ) filmes ( ) outro: \_\_\_\_\_

20) A qualidade da carne é influenciada pela maneira de criar e abater os animais?  
( ) Sim Por que? \_\_\_\_\_  
( ) Não Por que? \_\_\_\_\_  
( ) não sei responder

21) Para você, o que é uma carne com alto grau de qualidade?

Marque os 3 itens mais importantes.

- ( ) aparência vermelho vivo ( ) cheiro agradável  
( ) mais gordura visível ( ) menos gordura visível  
( ) mais proteína  
( ) rastreada ( ) preço acessível ( ) bem estar animal  
( ) higiene do local da compra ( ) confiança no local da compra

### 3.2.4 Conclusões do capítulo 2

✓ Devido às particularidades de cada mercado e dos diferentes comportamentos dos consumidores de uma localização geográfica para outra, pode-se constatar que os hábitos de consumo de carne bovina no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil estão diretamente relacionados com os aspectos culturais e as condições socioeconômicas da população presente nesta região do Estado, influenciando os mecanismos de comercialização do produto.

✓ Além disso, os hábitos de compra, a frequência de consumo e as opiniões sobre parâmetros de qualidade da carne bovina variam conforme os níveis de escolaridade, idade e renda dos entrevistados.

✓ Esta pesquisa contribuiu para melhorar a compreensão das decisões que influenciam o momento da compra e consumo de carne bovina na região estudada, possibilitando assim, identificar e caracterizar o perfil do consumidor no município estudado.

✓ Faz-se necessário incentivar estratégias para aumentar o consumo, melhorar a qualidade do produto cárneo e dos locais de venda, por exemplo: supermercados e hipermercados, visando uma maior abrangência dos diferentes públicos consumidores.

### 3.3 Capítulo 3 - Caracterização do nível de expressão dos genes da calpaína e calpastatina em diferentes músculos bovinos

Este capítulo está organizado da seguinte forma: inicialmente será realizada uma breve introdução e justificativa sobre a função da calpaínas e calpastatinas no processo de amaciamento da carne bovina, além de relatar as dificuldades encontradas para detectar o nível de expressão dos genes da calpaína e calpastatina em diferentes músculos bovinos.

Posteriormente, será descrita a metodologia (técnica de PCR quantitativo em tempo real – RT-qPCR), assim como as padronizações que foram realizadas para a implementação da técnica utilizada neste estudo.

Seguidamente, constará o item “resultados e discussão”. E por fim, a conclusão geral do capítulo 3.

#### 3.3.1 Introdução

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica. Neste sentido, diversos programas de avaliação genética de bovinos de corte têm sido empregados, principalmente com ênfase às características reprodutivas, de crescimento e certificação (DELGADO et al., 2006). Contudo, características de carcaça, como o grau de textura e maciez não são rotineiramente contempladas nesses programas, provavelmente, em razão das dificuldades de mensuração.

O processo de amaciamento é variável para cada indivíduo e diferente nos músculos durante o período *post-mortem*. Por exemplo, a taxa de maciez do músculo *longissimus thoracis* é diferente do m. *psoas major* (CRIDGE et al., 1994). Logo, alguns fatores estão associados com a variação da maciez intermuscular, entre eles: o comprimento do sarcômero (KOOHMARAIE et al., 1996), o conteúdo do tecido conjuntivo (LEPETIT, 2007), e a proteólise das proteínas musculares estruturais (KEMP & PARR, 2012). Nos últimos anos, o terceiro fator tem sido relatado com maior ênfase.

Neste sentido, o sistema enzimático das calpaínas ou proteínases dependentes de cálcio, descoberto em 1964 por Guroff, é considerado o principal mecanismo relacionado com a proteólise que conduz ao amaciamento da carne bovina. Estudos tem demonstrado que carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post mortem* são menos macias, ou seja, necessitam de maior força para serem cortadas (GOLL, 2003), ou seja, pode-se inferir

que a calpastatina é o inibidor da ação da calpaína durante o processo de proteólise *post mortem* (GEESINK et al., 2006).

Sabe-se que os músculos apresentam diferenças quanto ao tipo de fibra (KIRCHOFER et al., 2002). Geralmente, os músculos do dianteiro são conhecidos como carne de qualidade inferior, pois contêm uma proporção maior de fibras oxidativas quando comparados aos músculos do traseiro, o que reflete em menor atividade de calpaínas, devido maior quantidade de calpastatina (KOOHMARAIE, 1996).

Devido a todas as dificuldades encontradas para se entender todo o processo bioquímico no qual estão envolvidas a ativação de enzimas proteolíticas, diversos marcadores moleculares já foram descritos a partir do gene da calpastatina (*CAST*) e calpaína (*CAPN1*), entre eles: *CAPN1\_316* (AF252504, base 5709), *CAPN1\_4751* (AF248054, base 6545) e *CAST\_UoG* (AY008267, base 282). Estes foram relacionados ao processo de seleção hereditária e demonstraram alto nível de significância com a força de cisalhamento da carne bovina (PAGE et al., 2002; WHITE et al., 2005; SCHENKEL et al., 2006).

Segundo Hocquette et al. (2007), alguns destes genes são especificamente regulados por fatores genéticos e nutricionais ou diferem entre os diferentes cortes de carne bovina. Ainda, de acordo com Brown & Feder (2005), a variação na expressão gênica entre membros da mesma espécie é o principal fator na evolução. Assim, inúmeros trabalhos consideram que uma importante fonte de variação genética entre indivíduos pode ser atribuída às diferenças de expressão gênica (STAMATOYANNOPOULOS, 2004).

Desta forma, com o intuito de encontrar um músculo bovino que tenha menor valor agregado no produto cárneo e que possa ser utilizado em experimentos de expressão gênica como uma alternativa ao m. *longissimus dorsi*; o objetivo deste estudo foi detectar o nível de expressão dos genes *CAPN1* e *CAST* em diferentes músculos bovinos, mediante o uso da técnica de PCR quantitativo em tempo real (RT\_qPCR).

### 3.3.2 Material e métodos

#### 3.3.2.1 Coleta das amostras

Inicialmente foi realizado um experimento piloto, a fim de padronizar os procedimentos de coleta, transporte das amostras e emprego das técnicas moleculares na detecção da maciez em diferentes músculos da carne bovina.

Os bovinos utilizados no experimento piloto foram oriundos da Fazenda Estância Guatambu, localizada na BR 293, Km 263, na cidade de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. As amostras foram coletadas em um frigorífico municipal e classificadas de acordo com a raça, sexo, faixa etária ao abate e sistema de alimentação.

Na linha de abate, foram coletadas cerca de duas gramas dos músculos *masseter*, *coração*, *semitendinosus*, *tríceps brachii*, *longissimus dorsi* (cortado transversalmente na altura da 12<sup>a</sup> costela). Cada amostra coletada foi acondicionada em um frasco livre de DNase e RNase com 1 mL (mililitros) de TRIZOL<sup>®</sup> e armazenada em botijão de nitrogênio líquido (cerca de -190<sup>o</sup>C) para posterior caracterização molecular na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

### 3.3.2.2 Experimento genotípico realizado na PUCRS

Com o intuito de buscar um músculo bovino que apresente menor valor agregado do produto cárneo e que possibilite a verificação da detecção do nível de expressão dos genes de maciez na carne bovina, as amostras coletadas no experimento piloto foram processadas no Laboratório de Biologia Genômica e Molecular, localizado na PUCRS, sob a supervisão do professor Dr. Maurício Reis Bogo.

#### 3.3.2.2.1 Extração de RNA total

A extração foi processada pelo método do TRIZOL (INVITROGEN<sup>®</sup>), que consiste em extrair RNA total do tecido [1 mL de Trizol para cada 50 a 10 mg (miligramas) de músculo]. Deve-se macerar o tecido em nitrogênio líquido, após, agitar no vórtex e incubar por 5 min (minutos) a temperatura ambiente. Foi adicionado 0,2 mL de clorofórmio para cada mL de Trizol, agitado no vórtex por 15 seg (segundos) e incubado a temperatura ambiente por 2 min. Centrifugar a 12.000 rpm (rotações por minuto) por 15 min a 4°C (Graus Celsius). Transferir a fase aquosa para microtubos de 1,5 mL. Adicionar 0,5 mL de isopropanol para cada mL de Trizol, misturar, incubar à temperatura ambiente por 10 min. Centrifugar a 12.000 rpm por 10 min a 4°C. Lavar o *pellet* com etanol 75% (1 mL de etanol para cada mL de Trizol), centrifugar a 7.500 rpm por 5 min a 4°C. Secar o *pellet* ao ar e ressuspender em 20 µL (microlitros) de H<sub>2</sub>O/DEPC e 0,4 µL de RNAout. Após a extração, a qualidade e concentração de RNA nas amostras foram avaliadas por espectrofotometria.

### 3.3.2.2.2 Síntese de cDNA (transcrição reversa) e amplificação do DNA

Na reação de transcrição reversa, inicialmente a partir de 1 µg/µL de RNA total foi adicionado 1 µL de Oligo dT e a equivalência de H<sub>2</sub>O/DEPC em cada amostra para completar 5 µL de volume final; as amostras foram colocadas no termociclador por 5 min a 70°C e 5 min a 4°C.

Posteriormente, foi realizada uma reação completa utilizando o Kit ImPromII™ Reverse Transcriptase (PROMEGA®). Em cada amostra foi adicionada um mix contendo H<sub>2</sub>O/DEPC, tampão 5X, dNTP's (2mM), MgCl<sub>2</sub> (25mM), RNAsin (40 U/µL); enzima RT (transcriptase reversa) completando-se o volume final para 20µL de reação, conforme especificações do fabricante.

As amostras foram encaminhadas ao termociclador programado para 25°C por 5min, seguidos 42°C por 60 min, 70°C por 15 min e 4°C por 1 hora. Em seguida, os tubos foram armazenados a -20°C.

Após a amplificação do cDNA, a análise de expressão gênica foi realizada através da técnica de PCR em tempo real, com *Syber Green* no 7500 Fast Real-Time System (APPLIED BIOSYSTEMS®).

### 3.3.2.2.3 Teste dos *primers*

Neste estudo piloto buscou-se verificar se existe diferença na expressão dos genes da calpaína e calpastatina nos músculos *masseter*, *coração*, *semitendinosus*, *tríceps brachii* e *longissimus dorsi*.

Foram utilizados quatro genes constitutivos (*GAPDH*, *β-actin*, *SDHA* e *YWHAZ*) com expressão basal para normatização do nível de expressão dos genes alvos (*CAPN1\_316*, *CAPN1\_4751*, *CAST\_UoG*).

Após a síntese de cDNA das amostras, foi realizado uma reação qualitativa de PCR para a verificação da sensibilidade e especificidade dos *primers*.

A seguir a Tabela 3, contendo as sequências dos oligonucleotídeos (*primers*) usados no experimento piloto:

Tabela 1 – Sequência dos *primers* utilizados no experimento piloto na PUCRS

PRIMER	FORWARD	REVERSE	AMPLIFICAÇÃO (PB)
CAPN1_316 <sup>a</sup>	GAGCTGGCCCTCATAAGATAA	CCCATCCTCCATCTTGACC	219 (Exon 9)
CAPN1_4751 <sup>a</sup>	AAGGGACAGATGTGGACAGG	GAGGGGTGTTCTCTGAGTGC	143 (Intron 17)
CAST_UoG <sup>b</sup>	GAAGTAAAGCCAAAGGAACAcaca	ATTTCTCTGATGGTGGCTGCTCACT	126
GAPDH <sup>c</sup>	TTGTCTCCTGCGACTTCAACAGCG	CACCACCCTGTTGCTGTAGCCAAAT	133
$\beta$ -actin <sup>c</sup>	CATCGCGGACAGGATGCAGAAA	CCTGCTTGCTGATCCACATCTGCT	157
SDHA <sup>c</sup>	GATGTGGGATCTAGGAAAAGGCCTG	ACATGGCTGCCAGCCCTACAGA	104
YWHAZ <sup>c</sup>	CTGAGGTTGCAGCTGGTGATGACA	AGCAGGCTTTCTCAGGGGAGTTCA	180

Fonte: <sup>a</sup>WHITE et al. (2005), <sup>b</sup>SCHENKEL et al. (2006) com adaptações, <sup>c</sup>ANSTAETT et al. (2010).

#### 3.3.2.2.4 Aplicação da técnica de RT\_qPCR

Foi utilizada a detecção por corante *SYBR Green*, que se liga ao DNA dupla fita emitindo fluorescência. O equipamento utilizado na reação de PCR quantitativo (RT\_qPCR) foi 7500 Fast Real-Time System (APPLIED BIOSYSTEMS<sup>®</sup>).

As amostras de cDNA foram diluídas 1:50, e as reações foram realizadas em quadriplicatas nas placas de poliestileno de 96 poços (LABCOM<sup>®</sup>). A reação de RT\_qPCR se deu a partir de combinação de aproximadamente 12,5  $\mu$ L de cDNA; 10  $\mu$ M (0,5  $\mu$ L) de cada *primer* a ser testado; 10  $\mu$ M (0,25  $\mu$ L) de dNTP's; 4,0  $\mu$ L *Sybr Green* 1X; 5 U (0,05  $\mu$ L) de *Taq platinum*; 2,5  $\mu$ L de tampão 10X; 50mM (1,5  $\mu$ L) de MgCl<sub>2</sub>; 3,7  $\mu$ L de H<sub>2</sub>O/DEPC totalizando um volume final de 25  $\mu$ L de reação. As condições de amplificação foram ativação inicial da enzima polimerase por 5 min a 94°C, acrescidos de 40 ciclos de 15 seg a 94°C para desnaturação, 10 seg a 60°C para anelamento, e 72°C por 25 seg para extensão. A análise da curva de *melting* foi incluída e a fluorêscencia mensurada de 65 a 99°C. O Ct (*Threshold cycle*) e as *baselines* foram determinados manualmente usando o ABI 7500 Real-Time PCR System SDS Software versão 2.0.

#### 3.3.2.2.5 Análise estatística

Para análise de variância foi utilizado o procedimento do programa estatístico GraphPad Prism 5 e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

### 3.3.3 Resultados e discussão

#### 3.3.3.1 Coleta das amostras

Foram coletadas amostras dos músculos *masseter*, *tríceps brachii*, *coração*, *semitendinosus*, *longissimus dorsi* de 10 animais no frigorífico municipal de Livramento, RS, Brasil. No entanto, para o experimento piloto, devido aos custos financeiros com as técnicas moleculares, o *m. tríceps brachii* foi inicialmente excluído dos testes moleculares e analisou-se somente os músculos de seis animais. Todos os animais encontravam-se em sistema de alimentação à pasto.

No Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da PUCRS, as amostras foram renomeadas a fim de facilitar a identificação durante as análises. Desta forma têm-se os seis animais nomeados de M1 a M6 (*m. masseter*), C1 a C6 (*coração*), S1 a S6 (*m. semitendinosus*) e L1 a L6 (*m. longissimus dorsi*), ver tabela 12 abaixo:

Tabela 2 – Identificação laboratorial dos animais

Animal/ Sexo	Raça	<i>M. masseter</i>	<i>M. coração</i>	<i>M. longissimus dorsi</i>	<i>M. semitendinosus</i>
11246/ Fêmea	Braford	M1	C1	L1	S1
1120/ Fêmea	Braford	M2	C2	L2	S2
1182/ Fêmea	Braford	M3	C3	L3	S3
1569/ Fêmea	Braford	M4	C4	L4	S4
11302/ Fêmea	Braford	M5	C5	L5	S5
11178/ Macho	P.Hereford	M6	C6	L6	S6

#### 3.3.3.2 Extração de RNA total

A extração de RNA total dos músculos *masseter*, *coração*, *semitendinosus*, *longissimus dorsi* foi muito trabalhosa, devido à dificuldade de maceração dos tecidos, os quais se encontravam depositados do fundo do tubo.



Figura 1 – Tubo e bastão de vidro utilizados na maceração dos tecidos musculares.

A análise do RNA fornece informações importantes sobre expressão gênica (STAMATOYANNOPOULOS, 2004). Neste sentido, é necessário que a purificação mantenha a integridade e qualidade do RNA. O protocolo de extração com TRIZOL possibilitou uma extração de RNA mais econômica que a de kits comerciais e garantiu a integridade dos tecidos.

Após a quantificação das amostras em espectrofotometria, foi avaliado o grau de pureza do RNA estimado pela razão entre as absorvâncias medidas a 260 e 280 nm, o qual deve estar preferencialmente entre as faixas 1,4 a 1,8, podendo também estar entre 1,0 e 2,0 (SAMBROOK & RUSSEL, 2002). Desta forma a concentração de RNA nas amostras foi calculada através da seguinte relação:

$$\text{Concentração de RNA } (\mu\text{g}/\mu\text{L}) = \text{OD}_{260} \times \text{Fator de diluição (100)} \times 40 / 25$$

### 3.3.3.3 Síntese de cDNA (transcrição reversa) e amplificação do DNA

Foi realizada a síntese de 25 amostras (24 tecidos + 1 tecido teste).

Segue abaixo a figura com os valores em  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  de RNA para cada amostra submetida à reação de síntese de cDNA.

Amostras Músculo Bovino - Jackeline (UFSM)						
Síntese cDNA   25.05.2010						
Amostras	A 260	A 280	Razão A260/A280	ug/uL (A260*40)/25	uL RNA 1ug/(ug/uL)	uL H2O 4uL-RNA
M1	0,185	0,120	1,5	0,296	3,4	0,6
M2	0,716	0,349	2,1	1,146	0,9	3,1
M3	0,404	0,200	2,0	0,646	1,5	2,5
M4	0,215	0,196	1,1	0,344	2,9	1,1
M5	0,308	0,120	2,6	0,493	2,0	2,0
M6	0,674	0,219	3,1	1,078	0,9	3,1
C1	1,399	0,697	2,0	2,238	0,4	3,6
C2	1,319	0,689	1,9	2,110	0,5	3,5
C3	1,149	0,835	1,4	1,838	0,5	3,5
C4	0,801	0,691	1,2	1,282	0,8	3,2
C5	1,138	0,935	1,2	1,821	0,5	3,5
C6	1,003	0,890	1,1	1,605	0,6	3,4
L1	0,594	0,262	2,3	0,950	1,1	2,9
L2	0,365	0,241	1,5	0,584	1,7	2,3
L3	0,901	0,615	1,5	1,442	0,7	3,3
L4	0,522	0,566	0,9	0,835	1,2	2,8
L5	0,580	0,554	1,0	0,928	1,1	2,9
L6	0,611	0,314	1,9	0,978	1,0	3,0
S1	0,318	0,132	2,4	0,509	2,0	2,0
S2	0,506	0,238	2,1	0,810	1,2	2,8
S3	0,332	0,312	1,1	0,531	1,9	2,1
S4	0,313	0,344	0,9	0,501	2,0	2,0
S5	0,676	0,261	2,6	1,082	0,9	3,1
S6	0,597	0,391	1,5	0,955	1,0	3,0

Síntese ImPRO (Reação Completa)		
RNA + H2O	4,0	
OligodT	1,0	
Água	2,1 * 26 =	54,6
Tampão	4,0	104,0
dNTPs	5,0	130,0
MgCl2	2,4	62,4
RNAsin	0,5	13,0
RT	1,0	26,0
Vol. Final	20,0	390,0

Figura 2 – Valores da razão entre as absorvâncias medidas a 260 e 280 nm e quantidade em  $\mu\text{g}/\mu\text{L}$  de RNA de cada amostra a ser utilizada na síntese de cDNA.

Para a comprovação da eficiência da síntese de cDNA, foi realizado um PCR semi-quantitativo com o *primer* ( $\beta$ -actin), a fim de confirmar o processo de síntese e amplificação do DNA das amostras. Todas as 24 amostras obtiveram amplificação desejada e apresentaram banda compatível com o tamanho, em pares de base (pb), esperado no gel de agarose a 1%.

#### 3.3.3.4 Teste dos *primers*

Após a síntese de cDNA das amostras, foi realizado uma reação qualitativa de PCR com a amostra teste (L3) para a verificação da sensibilidade e especificidade dos setes *primers* analisados.

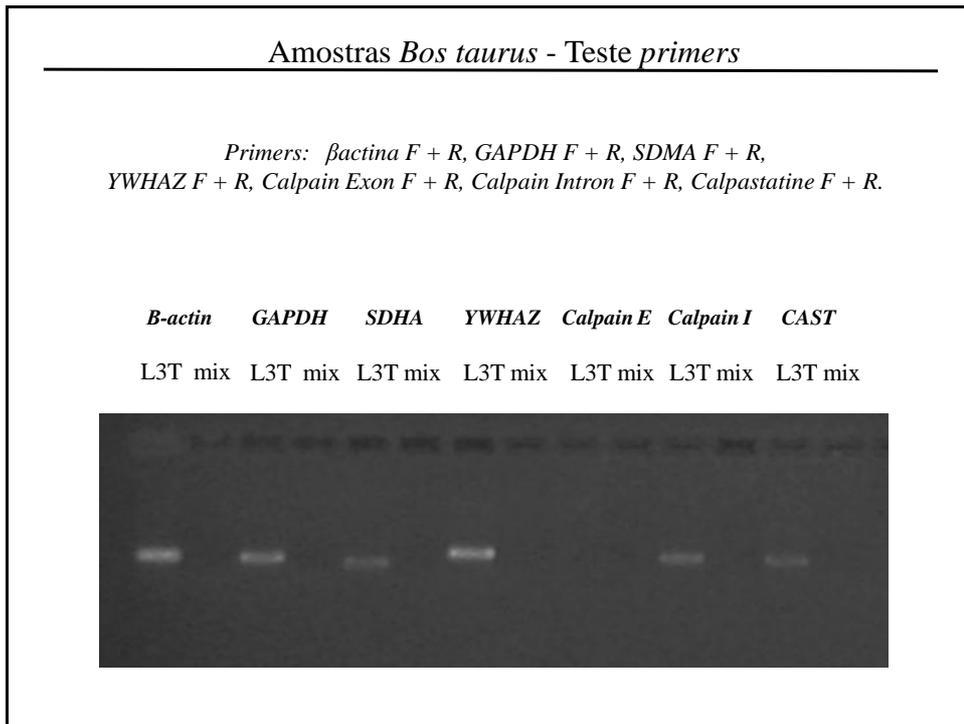


Figura 3 – Teste da sensibilidade e especificidade dos *primers*.

Foi observado que o *primer* codificante do gene da calpaína exon (*CAPN1\_316*) não amplificou na primeira reação de PCR. Este resultado foi atribuído a amostra teste (L3) utilizada na reação de PCR, ser oriunda de uma fêmea da raça Braford, e segundo White et al. (2005) o marcador 316 do gene da calpaína é específico para linhagens de *Bos taurus*. Após foi realizado uma segunda reação de PCR, em que se utilizou outra amostra teste (L6), oriunda de um macho da raça Polly Hereford. Desta vez, verificou-se que todos os sete *primers* analisados amplificaram, demonstrando assim especificidade e sensibilidade.

### 3.3.3.5 Aplicação da técnica de RT\_qPCR

Inicialmente tentou-se realizar a padronização da técnica de RT\_qPCR através do *Método de quantificação absoluta* (método da curva padrão), com diluições seriadas em duplicatas técnicas da amostra teste. Neste caso, o número de cópias do gene de interesse é determinado relacionando-se o sinal da PCR com uma curva padrão. Esse método tem a vantagem de que a curva padrão incluída em cada PCR fornece um controle extra e correção na eficiência da PCR de cada amostra individual, tornando as comparações entre experimentos mais confiáveis. Entretanto, não se obteve sucesso com o emprego deste método.

Posteriormente, partiu-se para a aplicação da técnica de RT\_qPCR através do *Método de quantificação relativa* (esse método é mais usado quando existem muitos genes a serem testados). Desta forma, o aumento na emissão de fluorescência foi lida durante a reação de PCR em consequência da amplificação da seqüência de DNA de interesse.

O programa do equipamento *real time 7500 Fast Real-Time System* (APPLIED BIOSYSTEMS®) calculou o  $\Delta Rn$  usando a seguinte equação:

$$\Delta Rn = Rn^+ - Rn^- \quad (9)$$

Onde:

$Rn^+$  = emissão de fluorescência em cada ponto;

$Rn^-$  = emissão de fluorescência na linha de base.

A seguir o computador construiu os *plots* de amplificação usando os dados de emissão de fluorescência durante a PCR. Os valores de  $\Delta Rn$  foram plotados vezes o número de ciclos de amplificação (40). Os valores de Ct foram calculados por determinação do ponto no qual a fluorescência excede esse limiar escolhido. O Ct foi definido como o número de ciclos nesse ponto.

A utilização de quatro genes constitutivos (*GAPDH*,  $\beta$ -actin, *SDHA* e *YWHAZ*) para a normalização das amostras é essencial, pois tais genes devem ter expressão constante em todos os tecidos e em todas as fases de desenvolvimento, bem como não serem afetados pelos tratamentos experimentais. O uso desse método de detecção tem sido bastante empregado em ensaios de PCR quantitativa em tempo real, pois tem a vantagem de ser mais barato em relação à construção de sondas marcadas.

Mesmo com a mudança de método de padronização da RT\_qPCR, a técnica demonstrava problemas na amplificação, devido a pouca quantidade de DNA das amostras. Neste sentido, foram realizados testes com diferentes *enhancer's* (BSA 20%, Triton, Betaína 5M, DMSO 2%, produto de PCR) que atuam como facilitadores de reação de PCR.

Para este teste, foram realizadas diluições 1:10, 1:20 e 1:50 de um *pool* de amostras para solucionar o problema da falta de DNA. Verificou-se que a Betaína 5M obteve melhor resultado na diluição 1:50.

A seguir, realizou-se uma nova síntese de cDNA de todas as amostras e estas foram submetidas a expressão relativa com todos os *primers* de interesse utilizando a diluição 1:50 com Betaína 5M.

Os valores médios e desvios padrões obtidos com as análises de qRT-PCR estão descritos na Tabela 3. Não foi evidenciada uma diferença estatística significativa (baseada na análise realizada no programa GraphPad Prism 5) em relação ao nível de expressão dos genes calpaína (*CAPN1\_316* - exon 9), calpaína (*CAPN1\_4751* - intron 17) e calpastatina (*CAST\_UoG* - intron 5) para os músculos *masseter*, *coração*, *longissimus dorsi* e *semitendinosus*. Desta forma, segundo os resultados obtidos, a análise da detecção do nível de expressão poderia ser realizada com qualquer músculo.

Tabela 3. Valores médios e desvios padrões obtidos com as análises de qRT-PCR

Músculos	<i>CAPN1_316</i>	<i>CAPN1_4751</i>	<i>CAST_UoG</i>
<i>M. cardíaco</i>	1,964 ± 0,401	0,997 ± 0,234	0,968 ± 0,085
<i>M. longissimus dorsi</i>	2,327 ± 0,989	1,287 ± 0,268	0,851 ± 0,102
<i>M. masseter</i>	2,063 ± 0,751	1,284 ± 0,286	1,001 ± 0,070
<i>M. semitendinoso</i>	3,235 ± 2,581	1,108 ± 0,227	0,987 ± 0,078

Logo abaixo, seguem os gráficos 1, 2 e 3 com os resultados do nível de expressão dos genes alvos:

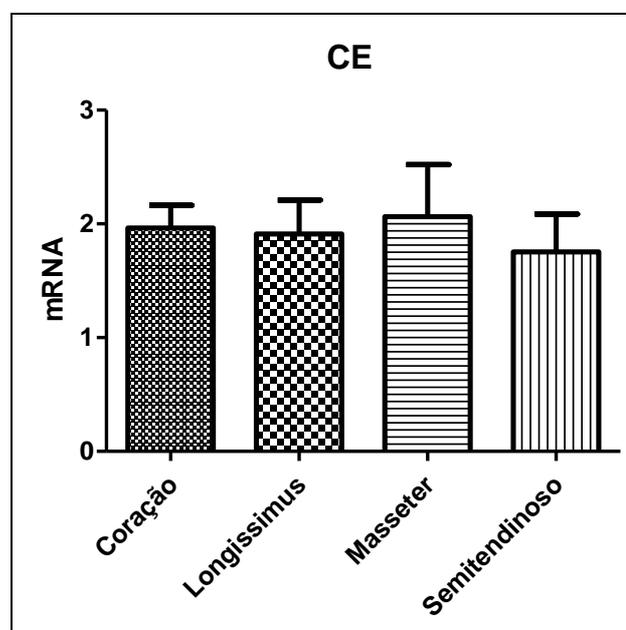


Figura 4 – Expressão do gene da calpaína (exon 9) nos músculos de interesse.

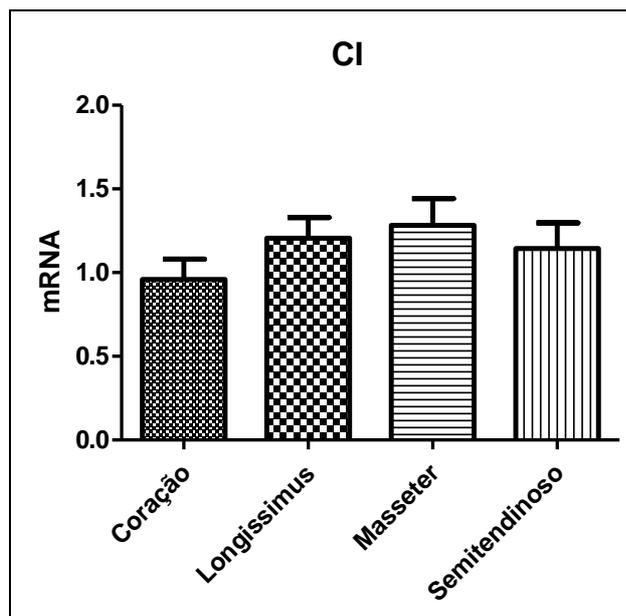


Figura 5 – Expressão do gene da calpaína (intron 17) nos músculos de interesse.

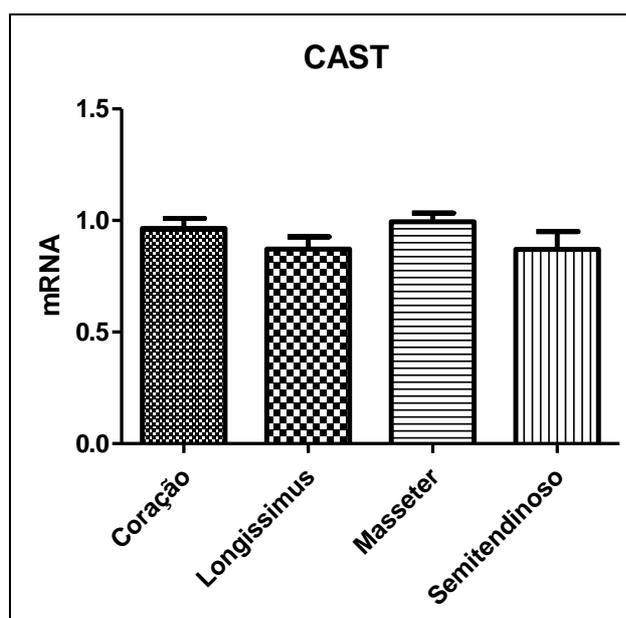


Figura 6 – Expressão do gene da calpastatina nos músculos de interesse.

Segundo Geesink (2001), a atividade de calpaína varia pouco entre músculos. Já para Ouali (1990), a proporção de calpaína e calpastatina sugere diferenças na taxa e extensão da proteólise *post-mortem* entre músculos de contração rápida e lenta. Assim, músculos de contração rápida apresentariam carne mais macia devido a menor atividade da calpastatina (GEESINK et al. 2006).

Estudos comparando dois músculos já foram descritos em outros países. Na Nova Zelândia, Ilian et al. (2001) não observaram nenhuma correlação significativa entre o nível de mRNA de calpaína 1, 2 e calpastatina com a taxa relativa de maciez (RRT) dos músculos

*longissimus thoroacis* e *psaos major*. No entanto, os níveis de mRNA de calpaína 3 mostraram forte correlação com a RRT nos músculos estudados.

Por outro lado, Raynaud et al. (2005) relataram a expressão de *CAST* (tipo I, II e III) no coração, baço, diaframa e m. *rectus abdominis*; já o *CAST* (tipo IV) somente foi expresso no testículo. Também, Gheisari et al. (2007) utilizando a técnica de unidade relativa de fluorescência (RFU) em miligramas de proteína, encontraram maior atividade de calpaína no m. *longissimus dorsi* e no coração de bovinos. Entretanto, nenhum estudo que contemple músculos alternativos ao *longissimus dorsi* (considerado como referência para pesquisa de maciez) foram realizados no Rio Grande do Sul, Brasil.

Neste sentido, conforme os resultados obtidos, sugere-se aumentar o tamanho amostral a fim de esclarecer as diferenças e/ou semelhanças que possam existir na expressão gênica dos variados músculos, e desta forma encontrar um músculo com menor valor agregado, que possibilite a sua utilização em experimentos com carne bovina.

Portanto, o emprego de técnicas moleculares para detecção da maciez da carne bovina através da expressão gênica dos genes da calpaína e calpastatina fornece subsídio para o fortalecimento dos elos da cadeia produtiva. Além disso, possibilita a inserção destes em mercados diferenciados, com forte apelo genético e de qualidade, visto suas tipicidades de produção, podendo constituir-se uma estratégia sustentável de desenvolvimento do setor cárneo.

Enfim, através dos resultados preliminares que foram encontrados, pode-se sugerir a continuação dos estudos a fim de correlacionar o m. *longissimus dorsi* com um músculo alternativo, de menor valor agregado, que possa ser utilizado em testes de detecção do nível de expressão dos genes *CAPN1* e *CAST*.

### 3.3.4 Conclusões do capítulo 3

O método de extração de RNA total com Trizol possibilitou uma extração mais econômica que a de kits comerciais e garante a integridade dos tecidos.

Os *primers* utilizados neste estudo demonstram especificidade e sensibilidade para a técnica de RT\_qPCR.

A utilização de Betaína na técnica de RT\_qPCR possibilita a amplificação adequada do DNA.

Não se evidenciou diferença estatística significativa na expressão dos genes de maciez dos músculos analisados.

### **3.4 Capítulo 4 - Estudo da influência dos genes calpaína (*CAPN1*) e calpastatina (*CAST*) na dureza da carne bovina**

Em agosto de 2011, o governo brasileiro lançou o edital Programa Institucional de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE). O objetivo deste programa institucional da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é apoiar a formação de recursos humanos de alto nível por meio da concessão de cotas de bolsas de doutorado sanduíche às Instituições de Ensino Superior (IES) que possuam curso de doutorado reconhecido pelo sistema federal. As bolsas são destinadas aos alunos regularmente matriculados nos cursos de doutorado das IES participantes.

Neste sentido, através de um convênio firmado entre a Universidade Federal de Santa Maria e Centro de Investigação e Tecnologia Agroalimentar de Aragón (CITA), os trabalhos oriundos deste capítulo foram desenvolvidos sob orientação da Dr. Margalida Joy e colaboradores na cidade de Zaragoza, Espanha durante o período de setembro de 2011 a agosto de 2012 (anexos 2 e 3).

O CITA é um organismo público de investigação pertencente ao Departamento de Indústria e Inovação do governo de Aragón, cuja missão é conseguir benefícios para a sociedade mediante a investigação, desenvolvimento científico, formação e transferência de dados. Estes incentivos estão centrados para melhorar a rentabilidade econômica das empresas agroalimentares da comunidade Aragonesa, além de incrementar a qualidade de vida de toda a população, desde as pessoas que produzem matérias-primas até os consumidores finais da cadeia de produção.

Os atividades oriundas deste capítulo deram origem a um trabalho aceito na Revista Meat Science. Neste sentido, este capítulo será apresentado na forma de um artigo científico.

#### **3.4.1 Artigo científico**

Este artigo foi configurado conforme as normas da revista.

3.4.1.1 Trabalho aceito na revista Meat Science (ISSN 0309-1740). Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005500>

**A new single nucleotide polymorphism in the *calpastatin (CAST) gene*  
associated with beef tenderness**

J.H. Calvo<sup>1,2,\*†</sup>, L. P. Iguácel<sup>1,†</sup>, J. K. Kirinus<sup>4,†</sup>, M. Serrano<sup>3</sup>, G. Ripoll<sup>1</sup>, I. Casasús<sup>1</sup>,  
M. Joy<sup>1</sup>, L. Pérez-Velasco<sup>1</sup>, P. Sarto<sup>1</sup>, P. Albertí<sup>1</sup>, M. Blanco<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> *Unidad de Tecnología en Producción Animal, CITA, 59059 Zaragoza, Spain*

<sup>2</sup> *ARAID, 50004 Zaragoza, Spain.*

<sup>3</sup> *Departamento de Mejora Genética animal, INIA, 28040 Madrid, Spain*

<sup>4</sup> *Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de  
Santa Maria, Santa Maria, Brazil*

---

† These authors contributed equally to this *work*

\* Corresponding author: Unidad de Tecnología en Producción Animal. CITA-Aragón.  
Av. de Montañana, 930. 50059 Zaragoza. Spain. Tel. 34 976716471 Fax:+34 976  
716 335E-mail: [jhcalvo@aragon.es](mailto:jhcalvo@aragon.es)

## Abstract

First we looked for putative causative mutations in the *CAST* and *CAPN1* genes associated with meat tenderness and found a total of 31 and 7 polymorphisms, respectively, in the Parda de Montaña and Pirenaica breeds. Tenderness was not affected by mutations in *CAPN1*. However, three SNPs located at intron 5 (BTA7: g.98533962C>G on UMD 3.0), exon 7 (g. 98535683A>G) and intron 12 (g.98545188T>A) of the *CAST* gene were significantly associated with meat tenderness at 7 days post-mortem in the Parda de Montaña breed. The haplotypes h<sub>2</sub> and h<sub>5</sub> showed significant associations with meat toughness being consistent with the SNP association results, which showed that the g.98535683A>G SNP in *CAST* might be the causative mutation of the effect found in this study. This mutation changes the amino acid sequence at position p.Thr182Ala (NM\_174003). This amino acid substitution could affect the interacting regions between the calpastatin L-domain and calpain, and then could generate a more stable union between calpain and calpastatin.

**Keywords:** Tenderness, cattle, *CAST*, *CAPN1*, SNP

## 1. Introduction

Meat tenderness is consistently rated by consumers as the single most important component of meat quality (Miller, Huffman, Gilbert, Hamman, & Ramsey, 1995; Ouali, et al., 2006). It depends not only on production factors such as breed, genotype, age, diet, growth pattern or slaughter weight, but also depends on technological factors such as slaughtering conditions, aging time and cooking process (Geay, Bauchart, Hocquette, & Culioli, 2001; Maltin, Balcerzak, Tilley, & Delday, 2003). The ability to predict meat tenderness is one of the major issues facing the beef industry because meat tenderisation during the *post-mortem* period is highly variable between carcasses, and consumers demand a consistent product (Miller, et al., 1995). *Post-mortem* proteolysis of key myofibrillar proteins by endogenous enzymes within the muscle fibre is the largest contributing factor to meat tenderisation (Koochmaraie, 1996). In the calpain proteolytic family,  $\mu$ -calpain (CAPN1) is responsible for the breakdown of myofibrillar proteins, while calpastatin (CAST) inhibits  $\mu$ - and m-calpain (CAPN2) activity and, therefore, regulates *post-mortem* proteolysis.

The incorporation of molecular information into breeding programmes has been recommended to increase their efficiency (Dekkers, 2004; Meuwissen & Goddard, 1996). Koochmaraie et al. (1995) proposed the exploitation of calpastatin polymorphisms to predict beef tenderness because different single nucleotide polymorphisms (SNPs) in the *CAST* gene, and also *CAPN1* gene have been associated with meat tenderness (Allais, et al., 2011; Barendse, et al., 2007; Casas, et al., 2006; Costello, et al., 2007; Page, et al., 2002; Page, et al., 2004; Schenkel, et al., 2006). Recently, some of these SNPs have been included as commercial genetic markers by some livestock industries (Johnston & Graser, 2010). However, to ensure

their correct use in breeding programmes, it is essential that effects of the SNPs are evaluated in different populations.

The aim of this study was to look for putative causative mutations in the *CAST* and *CAPN1* genes and to test the association of these mutations with meat tenderness in the Parda de Montaña and Pirenaica breeds.

## **2. Materials and Methods**

### *2.1 Animal samples*

This study was carried out on 196 animals of two Spanish beef breeds: Parda de Montaña (n = 144), and Pirenaica (n = 52). Animal samples were obtained from cattle of different experiments conducted at the Centro de Investigación y Tecnología agroalimentaria de Aragón (CITA) Research Station between 2003 and 2010 (Table 1). Cattle were slaughtered in an EU-licensed commercial abattoir (MercaZaragoza, Zaragoza, Spain) according to the European legislation (directive 86/609/EEC) on animal protection and supervised by the Animal Welfare Committee of the institution. Immediately after slaughter, a muscle biopsy of the *M. Longissimus thoracis* at the 10<sup>th</sup> rib was obtained and placed in RNA LATER (QIAGEN, Madrid, Spain) using a sterile 6 mm punch biopsy (Stiefel Laboratories, Madrid, Spain) for RNA extraction. The samples were cut into 0.5 cm thick slices and completely submerged in a collection tube containing 5 ml of RNA LATER. Additionally, another sample was taken for DNA extraction using the same 6 mm punch biopsy.

### *2.2 Instrumental texture analysis*

After 24 h of chilling at 4°C, the 10<sup>th</sup> rib of each left half carcass was removed and transported to the CITA Research Station. The *M. Longissimus thoracis* was excised,

vacuum-packaged and stored at 4°C for 7 days to determine the instrumental texture. Steaks were prepared with a minimum thickness of 3.5 cm. One steak per animal was heated in a water bath (75°C) to an internal temperature of 70°C. After cooling, at least ten probes per steak (approximate 10 x 10 mm<sup>2</sup> cross section) were cut with the fibre direction parallel to the long dimension, which was required to be at least 30 mm (Honikel, 1998). The dimensions of each probe were measured with a digital calliper (Mitutoyo, Illinois, USA). The samples were sheared perpendicular to the long axis of the core using an Instron (Model 5543, Instron Limited, Barcelona, Spain) with a Warner–Bratzler blade and a cross-head speed of 150 mm/min. The maximum stress values for each animal (maximum load per unit of cross section, kg/cm<sup>2</sup>) were calculated by averaging the results of those 10 probes per steak. Twenty animals of the Parda de Montaña and 10 of the Pirenaica breed with extreme values for tenderness estimates obtained from the Linear Mixed Model (see “statistical analysis: polymorphisms search” in material and methods section) were selected to search for polymorphisms in the *CAPN1* and *CAST*.

## 2.2 Search for polymorphisms

Genomic DNA was extracted from the muscle samples of 30 animals with extreme tenderness estimated values using the SpeedTools DNA Extraction kit (Biotools, Madrid, Spain). Three fragments of the *CAPN1* gene (exon 9, exon 14/intron 14 and intron 17) and 3 of the *CAST* gene (intron 5, intron 12 and exon 30/3'UTR) that contain different SNPs associated with meat tenderness in different beef cattle breeds (for *CAPN1*: Page et al. (2002); White et al. (2005); for *CAST*: Schenkel et al. (2006); Barendse (2002)), were amplified by PCR and sequenced. The primers for the *CAPN1* fragments were designed based on primers described by Soria, Corva,

Huguet, Miño, and Miquel (2010), whereas primers for the *CAST* fragments were designed based on primers described by Sckenkel et al. (2006) for intron 5, Juszczuk-Kubiak et al. (2009) for intron 12 and Li et al. (2010) for exon 30. The markers' locations, positions, primers and annealing temperature are detailed in Table 2. PCR was carried out in a final PCR volume of 25 µl containing 5 pmol of each primer, 200 nM dNTPs, 2.0 mM MgCl<sub>2</sub>, 50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, 0.1% TritonX-100 and 1 U Taq polymerase (Biotools, Madrid, Spain). Cycling conditions were the same as those described by Soria et al. (2010), Sckenkel et al. (2006), Juszczuk-Kubiak et al. (2009) and Li et al. (2010).

Total RNA was extracted from the *M. Longissimus thoracis* samples from 5 Parda de Montaña and 3 Pirenaica animals with alternative genotypes for *CAST\_4* (3 AA, 3 AT and 2 TT) and extreme tenderness estimated values with TRI@REAGENT (Sigma-Aldrich, Madrid, Spain), according to the manufacturer's instructions. The concentration and quality of the extracted RNA were determined by nanophotometric analysis (Implen, Madrid, Spain). To exclude possible amplification of contaminating genomic DNA, samples were treated with DNase (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA). Single-stranded cDNA was synthesised from 1 µg RNA with the SuperScript<sup>®</sup>III Reverse Transcriptase kit (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA), following the manufacturer's recommendations. *CAST* transcript variant 2 (GenBank acc. number NM\_174003) was amplified and sequenced. The primers were designed using PRIMER 3 software (<http://frodo.wi.mit.edu/>) (Supplementary Table S1). PCR amplification was carried out in a final PCR volume of 25 µl, using the same conditions as described above. Cycling conditions were as follows: an initial denaturation step of 94°C for 3 min, 35 cycles of [94°C for 45 s, annealing temperature for 45 s, and 72°C for 30 and 45 s for fragments 5-6 and 1-2-3-4,

respectively] and a final extension step of 72°C for 10 min. The annealing temperatures for each fragment are indicated in Supplementary Table S1. All PCR amplifications from genomic DNA and cDNA were carried out in the Mycycler thermal cycler machine (Biorad, Madrid, Spain). PCR products were tested for their quality on 1.5% agarose gels stained with SYBR Safe (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA).

The PCR products from genomic DNA and cDNA were purified using the Macherey–Nagel-Extract II purification kit (Macherey–Nagel, Germany), according to the manufacturer's instructions and sequenced using an ABI Prism 3700 (Applied Biosystems, Madrid, Spain). Sequencing reactions were performed in a total volume of 5 µl with 1 µl of BigDye Terminator V3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, Madrid, Spain), 500 nM forward primers and 3–5 ng of PCR purified product. Homology searches and sequences alignments were performed with BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) and CLUSTALW (<http://www.ebi.ac.uk/clustalw/>) software. The Kyte-Doolittle hydrophathy algorithm (Kyte & Doolittle, 1982) was used, and the results were plotted. Antisense matches to individual miRNAs in the 3'UTR sequences of the isolated bovine *CAST* gene were determined using MicroInspector (<http://bioinfo.uni-plovdiv.bg/microinspector/>) (Rusinov, Baev, Minkov, & Tabler, 2005).

### 2.3 SNP genotyping

Among all of the SNPs found, 3 and 5 SNPs in *CAPN1* and *CAST* genes, respectively, were genotyped in the full population (Table 3 and 4). Genomic DNA was extracted from the 196 animals of our study using the SpeedTools DNA Extraction kit (Biotools, Madrid, Spain). The 3 SNPs located in *CAPN1* and *CAST\_1*, 2, 4 and 5 were genotyped by PCR-RFLPs, with the primers and conditions

described in the 'search for polymorphisms' section and in table 2. The PCR fragments used for the search for polymorphisms were exactly the same fragments as those used for the RFLP experiment. The gene sequence used for *CAST\_2* primer design was obtained from the cattle genome alignment of UMD vs. 3 (<http://www.livestockgenomics.csiro.au/cgi-bin/gbrowse/btauUMD3/>). *CAPN1\_1*, *CAPN1\_2*, *CAPN1\_3*, *CAST\_1*, *CAST\_2*, *CAST\_4* and *CAST\_5* were detected with *BtgI*, *PfIF1*, *BsaJI*, *Rsa I*, *HhaI*, *BseYI* and *DdeI* restriction enzymes (New England Biolabs, Beverly, MA, USA), respectively. For each SNP, 10 µl of the PCR product was digested with the corresponding enzyme for 4 h at 37°C (*BtgI*, *PfIF1*, *Rsa I*, *HhaI*, *BseYI* and *DdeI*) and 4 h at 60°C (*BsaJI*), in a total volume of 15 µl. The PCR-RFLP bands were visualised on 3% agarose gels stained with SYBR Safe (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA). The *CAST\_3* polymorphism was genotyped using custom TaqMan SNP genotyping assays designed by Applied Biosystems with an ABI Prism 7500 platform (Applied Biosystems, Madrid, Spain) using the manufacturer's protocol. Real-time PCR was performed using 7.5 µl of TaqMan 2 × universal master mix (Applied Biosystems, Madrid, Spain), 0.25 µl of primer-probe (36 µM and 8 µM for primers and probe, respectively), 6.25 µl of RNase- and DNase-free water (Applied Biosystems, Madrid, Spain), and 1 µl of sample DNA (50 ng) in a total volume of 15 µl per single tube reaction.

#### 2.4. Statistical analyses

Search for polymorphisms. Thirty animals from both breeds that had extreme tenderness estimate values were selected from the 196 available. The effect of the animal on meat tenderness (maximum stress, Kg/cm<sup>2</sup>) was estimated by fitting a Linear Mixed Model using the High Performance Mixed procedure (HPMIXED) in

SAS (Version 9.3; SAS Inst. Inc., Cary, NC). The model included gender (G), breed (B), diet composition (D) and the interaction of breed x diet composition (BxD) as fixed effects; the slaughter weight (SW) and slaughter age (SA) were included as covariates; and the animal (A) from which records were collected and the residual (e) were included as random effects. Heterogeneous animal variance was considered for the breed level ( $A \sim N(0, \sigma_{AB}^2)$ ) and homogeneous variance for the residual ( $e \sim N(0, \sigma^2)$ ). The equation of the model was as follows:

$$y = u + G + B + D + (BxD) + b(SW) + b(SA) + A + e$$

SNP association studies. The associations between the 8 selected polymorphisms in the *CAPN1* and *CAST* genes with tenderness were performed by fitting a Linear Mixed Model using the High Performance Mixed procedure (HPMIXED) in SAS. The model included the interaction of breed x genotype of the SNPs (BxS), the gender within breed (G(B)) and the interaction diet x breed (DxB) as fixed effects; the slaughter weight within breed (SW(B)) were included as a covariate; and the animal (A) and the residual (e) were included as random effects. Heterogeneous animal variance was considered for the breed level ( $A \sim N(0, \sigma_{AB}^2)$ ) ( $A \sim N(0, \sigma_1(A_1B)^2)$ ) and homogeneous variance for the residual ( $e \sim N(0, \sigma^2)$ ) ( $e \sim N(0, \sigma_1 e^2)$ ). The equation of the model was as follows:

$$y = u + (BxS) + G(B) + (BxD) + b(SW(B)) + A + e$$

To test differences between genotypes for each breed the least square means (LSM) for each pair-wise comparison were estimated. A Bonferroni correction was applied to take into account the multiple tests. All SNPs were independently analysed with the same statistical model.

Haplotype association studies. PLINK software (Purcell, et al., 2007) was used to estimate linkage disequilibrium (LD) among all pairs of the 3 and 5 SNPs of the *CAPN1* and *CAST* genes measured as  $r^2$ , the squared correlation based on genotypic allele counts. The Hardy-Weinberg equilibrium exact test values and observed and expected heterozygosities for each SNP were also calculated using PLINK. Significant SNP associations were followed up with haplotype analyses. SNPs were phased in *PLINK* using the expectation-maximisation (E-M) algorithm to assign individual haplotypes. Associations between the haplotypes and meat tenderness were performed using a Linear Mixed Model using the High Performance Mixed procedure (HPMIXED) in SAS. The model fitted was similar to that used for the SNPs association studies, but including the breed (B) nested to the haplotype (H) effect (H(B)). Haplotypes for each individual were codified including 0, 1 or 2 to indicate the number of copies of each haplotype. The equation of the model was as follows:

$$y = u + H(B) + G(B) + (B \times D) + b(SW(B)) + A + e$$

Only haplotypes with a frequency greater or equal than 1% were considered. To test differences between haplotypes, the least square means (LSM) for each pair-wise comparison were estimated. A Bonferroni correction was applied to take into account the multiple tests.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Polymorphisms description

The phenotypic mean values for maximum stress were  $7.22 \pm 2.09$  and  $5.40 \pm 1.69$  for the Parda de Montaña and Pirenaica breeds, respectively. Phenotypic and animal variances for meat tenderness were higher in the Parda de Montaña ( $\sigma_f^2 = 4.37$ ;  $\sigma_a^2 =$

2.26) than the Pirenaica breed ( $\sigma_f^2 = 2.85$ ;  $\sigma_a^2 = 0.52$ ). The residual variance was 0.83. The six fragments of *CAPN1* and *CAST* genes that contained different SNPs associated with meat tenderness in different beef cattle breeds revealed a total of 7 and 14 polymorphisms in genomic DNA, respectively (Table 3). For *CAPN1*, three SNPs were located in coding regions. Two of them were the SNPs g.1827088G>C (*CAPN1\_1*) and g.1843665G>A (*CAPN1\_2*) that were previously described by Page et al. (2002) as 316 and 530, respectively, while the third SNP was a synonymous substitution located in exon 9 (BTA29: g.1827080G>A). Both SNPs, *CAPN1\_1* and *CAPN1\_2*, and the SNP g.1845653T>C (*CAPN1\_3*), described by White et al. (2005) as 4751, were genotyped because of their association with meat tenderness in other studies. Page et al. (2004) showed an association between genotypes at the *CAPN1\_1* and *CAPN1\_2* SNPs and shear force in a *Bos taurus* crossbred population. In the *B. taurus* crossbred population, these effects were weaker, while Johnston and Graser (2010) also found weaker effects in a population of pooled temperate breeds and in a population of pooled tropical breeds. White et al. (2005) also showed that the G allele of the *CAPN1\_1* marker was associated with a higher shear force in a *B. indicus* × *B. taurus* crossbred population. These authors also found an association between *CAPN1\_3* and tenderness in a multisire American Brahman population. Similarly, Allais et al. (2011) showed that *CAPN1\_1* A allele segregated at a low frequency in the Charolais breed (9%), as was found in our study. These authors found an association between this marker and tenderness in this breed and in Limousine cattle, showing that the G allele had a negative effect on meat tenderness.

For the *CAST* gene, none of the polymorphisms found were located in the coding region. Seven polymorphisms were located in the 3'UTR region and three of them

modify putative target sites of two bovine miRNA (bta-miR-542-5p and bta-miR-488, respectively). The SNP g.98579663A>G (on BTA7 of the bovine genome assembly UMD 3.0) (*CAST\_5*) modified the putative target site for bta-miR-542-5p, as was described previously by Barendse (2002). This SNP has been associated with meat tenderness in several studies (Casas et al. (2006); Van Eenennaam et al. (2007); Johnston & Graser (2010); Allais et al. (2011)), that found the G allele to be associated with less tender meat. The g.98545188T>A polymorphism (*CAST\_4*) had not been previously described and was chosen for association analysis because of its location in the middle of the gene in intron 12. The SNP g.98533962C>G (*CAST\_1*) had been previously described by Schenkel et al. (2006) and was associated with meat tenderness, with the C allele being associated with more tender meat.

To identify possible causative mutations that alter the amino acid sequence in calpastatin, the cDNA of 8 animals were sequenced. From the sequencing of 2822 bp of cDNA, 23 SNPs were found (Table 4). Among these SNPs, the *CAST\_2* and *CAST\_3* SNPs (BTA7: g.98535683A>G and BTA7: g.98535716G>A of the bovine genome assembly UMD 3.0, respectively) were located at exon 7 and changed the amino acid sequence at positions p.Thr182Ala (*CAST\_2*) and p.Glu193Lys (*CAST\_3*) (GenBank NM\_174003). The g.98535683A>G SNP (p.Thr182Ala) was previously identified using the alignment of *CAST* sequences deposited in GenBank, but it was not characterised (Motter, Corva, Krause, Perez Cenci, & Soria, 2009). In the latter study, the authors concluded that the g.98535683A>G SNP (p.Thr182Ala) would not have any effect on *CAST* protein function, which contradicts the results of the present study (Motter et al., 2009).

### 3.2. Association analyses

Table 5 shows the genotype and allele frequencies found for each of the 8 selected SNPs in the total population and in each breed. The genotype frequencies were in Hardy-Weinberg equilibrium for all SNPs, except for the SNP g.1845653T>C (*CAPN1\_3*), which showed a deficit of heterozygous animals.

The association studies showed that tenderness was affected by gender in the Parda de Montaña breed and by diet between breeds (Table 6). In the Parda de Montaña breed, beef from steers was more tender than that from bulls ( $-2.12 \pm 0.53 \text{ kg/cm}^2$ ). The differences in tenderness between bulls and steers could be due to the fact that castration affects muscle fibre diversification (Brandstetter, Picard, & Geay, 1998). In the Pirenaica breed, however, beef from steers, bulls and heifers had similar tenderness values. The different effect of castration on tenderness between breeds was already reported by Mandell, Gullett, Wilton, Allen, & Osborne (1997). These authors suggested that the difference in the maturity of the bulls between breeds could be responsible for their different responses to castration. In fact, the Pirenaica breed is late-maturing, whereas the Parda de Montaña breed can be classified as intermediate-maturing (Piedrafita et al., 2003). Therefore tenderness differences between bulls and steers at the same age would be more evident in the Parda de Montaña breed, as animals were closer to maturity when full potential gender differences are expressed. There is a great controversy over the effect of the diet on meat tenderness. In this work (Table 6), we have observed that in the Parda breed, diets based on grain and milk plus grain produced more tender meat (from  $-2.83 \pm 0.44$  to  $-3.18 \pm 0.84 \text{ kg/cm}^2$ ) than that obtained under total mixed ration and pasture plus supplement. In Pirenaica, total mixed ration and grain showed higher values of meat tenderness than those of pasture plus supplement ( $-2.38 \pm 0.60$  and  $-3.36 \pm$

0.59, respectively). Diet can affect tenderness through the type of feed or the plane of nutrition (Muir, Deaker, & Bown, 1998). According to the abovementioned review, the type of feed did not affect tenderness when the cattle had similar slaughter weights. In our study, tenderness had been corrected for slaughter weight, and therefore the observed differences were not related to this trait. In a review of Andersen (Andersen, Oksbjerg, Young, & Therkildsen, 2005), the authors stated that when there is a decreased rate of protein degradation, possibly related to the plane of nutrition, there might be an increased muscle growth but decreased tenderness. Additionally, other authors reported that diets could induce differences in intramuscular fat content (Blanco et al. 2010), which could result in different tenderness (French et al. 2000). Accordingly, in our study, the diets with higher energy concentration resulted in more tender beef, all treatments considered.

Tenderness was not affected by the *CAPN1\_1* ( $p = 0.391$ ), *CAPN1\_2* ( $p = 0.289$ ) and *CAPN1\_3* ( $p = 0.898$ ) genotypes in both breeds. This lack of association could be due to the low sample number of animals and the unbalanced number of genotypes in the studied population for *CAPN1\_1*. However, after the Bonferroni correction, the *CAST\_1* ( $P = 0.019$ ), *CAST\_2* ( $P = 0.008$ ), and *CAST\_4* ( $P = 0.011$ ) showed differences in meat tenderness between genotypes in the Parda de Montaña breed. No significant differences between genotypes were found in the Pirenaica breed (Table 7). In our study, no associations were found for the *CAST\_5* SNP. This SNP was firstly described by Barendse (2002) and has been associated with meat tenderness in several studies (Casas et al. (2006); Van Eenennaam et al. (2007); Johnston & Graser (2010); Allais et al. (2011)). Casas et al. (2006) found that the GG and GA genotypes produced less tender meat when compared with animals with the AA genotype. This significant additive effect of the G allele of *CAST\_5* has also been

found in the Blonde d'Aquitaine breed, and in the CRC1 population of pooled temperate breeds and the CRC1 population of pooled tropical breeds, Charolais, Hereford, and Brahman animals. In our study, we also found a severe under-representation of animals that were homozygous for the unfavourable allele (GG; n=11), as was found in other previously published studies.

Table 7 shows the type III test for the fixed effect genotype x breed and the least square means for the genotype x breed pair-wise comparisons of the 5 *CAST* polymorphisms studied. For *CAST\_1*, the meat from animals carrying the CG genotype was 1.64 kg/cm<sup>2</sup> more tender than that from animals carrying the GG genotype. No significant differences were found when comparing CC vs. CG and CC vs. GG genotypes. For the *CAST\_2* polymorphism, the AA and AG genotypes showed higher tenderness values (-1.77 kg/cm<sup>2</sup> and -1.80 kg/cm<sup>2</sup>, respectively) than that of the GG genotype. No significant difference in tenderness was observed between AA and AG genotypes. Finally, for *CAST\_4* the AA genotype showed lower tenderness values than those of the AT (1.76 kg/cm<sup>2</sup>) and TT (1.58 kg/cm<sup>2</sup>) genotypes, but no significant differences in tenderness were found between the AT and TT genotypes. In our study, the genotypes GG, GG and AA for the *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4* SNPs, respectively, showed higher shear force than the other genotypes and a negative effect on meat tenderness. Similar differences estimates between genotypes were found for the three SNPs *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4*. The heterozygous genotypes, GC, GA and TA, did not show either significant differences with the CC, AA and TT genotypes for *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4*, respectively, or intermediate tenderness as was previously published as an additional effect of the *CAST* gene (Casas et al. (2006); Schenkel et al. (2006); Allais et al. (2011); Chung and Davis (2012)).

The effect observed in the current study for the *CAST\_1* G allele was higher than that found by Chung and Davis (Chung & Davis, 2012) and Schenkel et al. (Schenkel et al., 2006), where the effect was 0.15 and 0.17 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. Schenkel et al. (2006) associated the *CAST\_1* SNP with shear force across days of postmortem aging ( $P = 0.005$ ); the CC genotype yielded beef that was more tender than the GG genotype ( $-0.32 \text{ kg} \pm 0.13$ ), and the CG genotype had intermediate tenderness at 7 days post mortem. Chung and Davis (2012) showed similar association results but found that the CC genotype yielded a meat more tender than the GG genotype ( $-1.056 \text{ kg}$ ) at 14 days post-mortem in the Hanwoo breed. In the current study, pairwise differences between homozygous genotypes for *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4* were between 1.33 and 1.77 kg/cm<sup>2</sup> above the mean of maximum stress for the Parda de Montaña breed. Moreover, in those studies, the heterozygous genotype had intermediate tenderness, which did not occur in our study. These findings, together with the knowledge that *CAST\_1* and *CAST\_4* polymorphisms were not the causative mutations, indicate that *CAST\_2* polymorphisms could be the causative mutation of the effect found in this study.

Results from LD analyses are shown in Supplementary Table S4. It is outstanding that the analysis of LD revealed the existence of only one block of SNPs segregating jointly, constituted by the SNPs *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4* ( $r^2$  from 0.71 to 0.88). The LD between *CAPN1* and *CAST* SNP pairs had values lower than 0.028, ranking from 0.00006 to 0.02800 (Supplementary Table S4). The joint genotype GG - GG - AA for *CAST\_1* - *CAST\_2* - *CAST\_4* SNPs was found in 19 of the 20 animals with the GG genotype for *CAST\_2*, indicating that these SNPs were in strong LD. Moreover, the effect detected for meat tenderness was the same in all three SNPs. The statistically significant SNPs associations were complimented by *CAST*-specific

haplotype analyses, presented in Table 8. The haplotype analysis identified 7 and 19 haplotypes for the *CAPN1* and *CAST* genes, respectively. Five haplotypes had a frequency of more than 1% accounting for 98.97% of the total haplotypes identified for *CAPN1*. No significant associations were found for the *CAPN1* haplotypes and meat tenderness. For the *CAST* gene, 8 haplotypes had a frequency of more than 1% accounting for 94.38% of the total haplotypes. The haplotypes  $h_2$  and  $h_5$  showed significant associations with meat toughness. Homozygous  $h_2/h_2$  animals yielded beef that was less tender than that of animals with one copy ( $2.27 \text{ kg/cm}^2$ ) or no  $h_2$  copies ( $3.17 \text{ kg/cm}^2$ ) (Table 8). Heterozygous animals for this haplotype had meat of greater toughness than animals with no copies ( $0.90 \text{ kg/cm}^2$ ) but with a *P-value* of 0.07. For this haplotype, the G, G and A alleles for the *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4* SNPs, respectively, were associated with meat toughness in the SNP association analysis. Animals with one copy of the haplotype  $h_5$  ( $n = 11$ ) had meat of greater toughness than animals with no copies ( $1.96 \text{ kg/cm}^2$ ). No homozygous  $h_5/h_5$  animals were found. This haplotype contained the C, G and T alleles for the *CAST\_1*, *CAST\_2* and *CAST\_4* SNPs, respectively, and only the *CAST\_2* polymorphisms included an allele associated with meat toughness in the SNP association analysis. These results are consistent with the results found for the SNP associations showing that the *CAST\_2* polymorphisms might be the causative mutation of the effect found in this study.

The proportion of the phenotypic variance explained by the g.98535683A>G SNP (*CAST\_2*) was estimated by fitting a Linear Mixed Model using the High Performance Mixed procedure (HPMIXED) previously described in the 'statistical analysis: polymorphisms search' in material and methods section, but also including the g.98535683A>G genotype as random effect. Phenotypic, animal and

g.98535683A>G variances for meat tenderness in the Parda de Montaña were 4.373, 1.908 and 0.805, respectively, while for Pirenaica were 2.854, 0.260 and 0.144. Then, the proportion of the phenotypic variance explained by the g.98535683A>G SNP was 18.41 and 5.06% for the Parda de Montaña and Pirenaica breeds, respectively.

The g.98535683 A>G (CAST\_2) polymorphism was located at exon 7 and caused a change in the amino acid sequence at position 182 (NM\_174003: p.Thr182Ala); the GG genotype was found to yield beef that was less tender than the AG ( -1.80 kg/cm<sup>2</sup>) and the AA ( -1.77 kg/cm<sup>2</sup>) genotypes (Table 7). Thr182Ala is a non-conservative substitution located at exon 7 in a well-conserved area between mammalian species of the L domain. The function of the L domain is not clear, but it can interact with the DII-domain of calpain in its inactive calcium-free form through the amino acid sequence encoded by exons 4 - 7 (De Tullio, et al., 2009; Melloni, et al., 2006). At nanomolar concentrations of Ca<sup>2+</sup>, typical of resting cells, calpain remains inactive, but a Ca<sup>2+</sup> influx activates calpain, and the level of proteolysis or tenderisation in meat depends on the concentration of inactive calpain. The association of the still-inactive calpain with cytosolic calpastatin can regulate this concentration. This interaction is highly specific but the stability of the complex calpain-calpastatin depends on the electrostatic charges localised in the interacting regions. In this respect, the hydrophathy associated with each amino acid change ranges from -0.7 to 1.8 for Thr and Ala, respectively, on the Kyte - Doolittle scale. Furthermore, Thr is one of the phosphorylatable amino acids, and the introduction of negative phosphate groups negatively affects the stability of this interaction (De Tullio, et al., 2009). The substitution of Thr (g.98535683A) for Ala (g.98535683G) could generate a more stable union between calpain and calpastatin. This is also

supported by Barendse et al. (2007) who found a Pro52Leu change in the L domain that changed the hydropathy plot of calpastatin (from 1.6 to 3.8). This amino acid change was also associated with meat tenderness, and the authors hypothesised that the change in the hydropathy of this region could affect the strength of the binding of calpastatin to cell membranes and to calpain.

In conclusion, the *CAST\_2* polymorphism was the SNP with the most significant association to meat tenderness tested in this study and with the highest genotype effects, and the GG genotype was found to yield less tender beef than the other genotypes. These results lead to the hypothesis that the *CAST\_2* mutation of the *CAST* gene might be responsible for the variation in meat tenderness at 7 days postmortem observed in animals from the Parda de Montaña breed.

To confirm the effects of this new polymorphism found in the current experiment, it will be necessary to increase the number of animals analysed and to test the effect of the *CAST* p.Thr182Ala genotypes on the calpastatin activity by zymography or co-immunoprecipitation. The identified polymorphism may be useful for the industry as a genetic marker to identify tough meat and design adequate handling procedures for these carcasses.

### **Acknowledgments**

L. P. Iguacel was supported by doctoral grant from the Aragón Government and J. K. Kirinus from “Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior (PDSE-CAPES processo número 5145-11-2)”. This study was partially financed by INIA research projects (INIA-RZP-2009-005, RZP-2010-002, RTA-2010-057) and the Research Group Funds of the Aragón Government (A11 and A49).

## References

- Allais, S., Journaux, L., Levéziel, H., Payet-Duprat, N., Raynaud, P., Hocquette, J. F., Lepetit, J., Rousset, S., Denoyelle, C., Bernard-Capel, C., & Renand, G. (2011). Effects of polymorphisms in the calpastatin and  $\mu$ -calpain genes on meat tenderness in 3 French beef breeds. *Journal of Animal Science*, *89*(1), 1-11.
- Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F., & Therkildsen, M. (2005). Feeding and meat quality - A future approach. *Meat Science*, *70*(3 SPEC. ISS.), 543-554.
- Barendse W. J. (2002). DNA markers for meat tenderness. International patent application PCT/AU02/00122. International patent publication WO 02/064820 A1.
- Barendse, W., Harrison, B. E., Hawken, R. J., Ferguson, D. M., Thompson, J. M., Thomas, M. B., & Bunch, R. J. (2007). Epistasis between calpain 1 and its inhibitor calpastatin within breeds of cattle. *Genetics*, *176*(4), 2601-2610.
- Blanco, M., Casasús, I., Ripoll, G., Panea, B., Albertí, P., & Joy, M. (2010). Lucerne grazing compared with concentrate-feeding slightly modifies carcass and meat quality of young bulls. *Meat Science*, *84*, 545-552.
- Brandstetter, A. M., Picard, B., & Geay, Y. (1998). Muscle fibre characteristics in four muscles of growing male cattle II. Effect of castration and feeding level. *Livestock Production Science*, *53*, 25-36.
- Casas, E., White, S. N., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Riley, D. G., Chase, C. C., Johnson, D. D., & Smith, T. P. L. (2006). Effects of calpastatin and micro-calpain markers in beef cattle on tenderness traits. *Journal of Animal Science*, *84*(3), 520-525.

- Costello, S., O'Doherty, E., Troy, D. J., Ernst, C. W., Kim, K. S., Stapleton, P., Sweeney, T., & Mullen, A. M. (2007). Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. *Meat Science*, *75*(4), 551-557.
- Chung, H., & Davis, M. (2012). Effects of genetic variants for the calpastatin gene on calpastatin activity and meat tenderness in Hanwoo (Korean cattle). *Meat Science*, *90*(3), 711-714.
- De Tullio, R., Cantoni, C., Broggio, C., Prato, C., Stifanese, R., Averna, M., Antolini, R., Pontremoli, S., & Melloni, E. (2009). Involvement of exon 6-mediated calpastatin intracellular movements in the modulation of calpain activation. *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, *1790*(3), 182-187.
- Dekkers, J. C. (2004). Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons. *Journal of animal science.*, *82 E-Suppl*, E313-328.
- French, P., O'Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., Vidal, M., Mooney, M. T., Troy, D. J., & Moloney, A. P. (2000). Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Science*, *56*, 173-180.
- Geay, Y., Bauchart, D., Hocquette, J. F., & Culioli, J. (2001). Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*, *41*(1), 1-26.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, *49*(4), 447-457.

- Johnston, D. J., & Graser, H. U. (2010). Estimated gene frequencies of GeneSTAR markers and their size of effects on meat tenderness, marbling, and feed efficiency in temperate and tropical beef cattle breeds across a range of production systems. *J Anim Sci*, 88(6), 1917-1935.
- Juszczuk-Kubiak, E., Słoniewski, K., Oprzadek, J., Wicińska, K., Połoszynowicz, J., & Rosochacki, S. (2009). The effect of polymorphisms in the intron 12 of CAST gene on meat quality of young bulls. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4), 281-292.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43(1), S193-S201.
- Koohmaraie, M., Killefer, J., Bishop, M. D., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., & Arbona, J. R. (1995). Calpastatin-based methods for predicting meat tenderness. . In A. Ouali, D. I. Demeyer & F. J. M. Smulders (Eds.), *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality* (pp. 395-495).
- Kyte, J., & Doolittle, R. F. (1982). A simple method for displaying the hydropathic character of a protein. *Journal of Molecular Biology*, 157(1), 105-132.
- Li, J., Zhang, L. P., Gan, Q. F., Li, J. Y., Gao, H. J., Yuan, Z. R., Gao, X., Chen, J. B., & Xu, S. Z. (2010). Association of CAST gene polymorphisms with carcass and meat quality traits in chinese commercial cattle herds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(11), 1405-1411.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., & Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: Tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 337-347.
- Mandell, I. B., Gullett, E. A., Wilton, J. W., Kemp, R. A., & Allen, O. B. (1997). Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition, and palatability

attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. *Livestock Production Science*, 49(3), 235-248.

Melloni, E., Aversa, M., Stifanese, R., De Tullio, R., Defranchi, E., Salamino, F., & Pontremoli, S. (2006). Association of calpastatin with inactive calpain: A novel mechanism to control the activation of the protease? *Journal of Biological Chemistry*, 281(34), 24945-24954.

Meuwissen, T. H. E., & Goddard, M. E. (1996). The use of marker haplotypes in animal breeding schemes. *Genetics Selection Evolution*, 28(2), 161-176.

Miller, M. F., Huffman, K. L., Gilbert, S. Y., Hamman, L. L., & Ramsey, C. B. (1995). Retail consumer acceptance of beef tenderized with calcium chloride. *Journal of Animal Science*, 73(8), 2308-2314.

Motter, M. M., Corva, P., Krause, M., Perez Cenci, M., & Soria, L. (2009). Role of calpastatin in the variability of beef tenderness. *Journal of Basic and Applied Genetics*, 20(1), 15-24.

Muir, P. D., Deaker, J. M., & Bown, M. D. (1998). Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41(4), 623-635.

Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., & Sentandreu, M. A. (2006). Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74(1), 44-58.

Page, B. T., Casas, E., Heaton, M. P., Cullen, N. G., Hyndman, D. L., Morris, C. A., Crawford, A. M., Wheeler, T. L., Koohmaraie, M., Keele, J. W., & Smith, T. P. L. (2002). Evaluation of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. *Journal of Animal Science*, 80(12), 3077-3085.

- Page, B. T., Casas, E., Quaas, R. L., Thallman, R. M., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., White, S. N., Bennett, G. L., Keele, J. W., Dikeman, M. E., & Smith, T. P. L. (2004). Association of markers in the bovine CAPN1 gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. *Journal of Animal Science*, *82*(12), 3474-3481.
- Piedrafita, J., Quintanilla, R., Sañudo, C., Olleta, J. L., Campo, M. M., Panea, B., Renand, G., Turin, F., Jabet, S., Osoro, K., Oliván, M. C., Noval, G., García, P., García, M. D., Oliver, M. A., Gispert, M., Serra, X., Espejo, M., García, S., López, M., & Izquierdo, M. (2003). Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production systems. *Livestock Production Science*, *82*(1), 1-13.
- Purcell, S., Neale, B., Todd-Brown, K., Thomas, L., Ferreira, M.A., Bender, D., Maller, J., Sklar, P., de Bakker, P.I., Daly, M.J., & Sham, P.C. (2007). PLINK: A tool set for whole-genome association and population-based linkage analyses. *American Journal of Human Genetics*, *81*, 559-575.
- Rusinov, V., Baev, V., Minkov, I. N., & Tabler, M. (2005). MicroInspector: A web tool for detection of miRNA binding sites in an RNA sequence. *Nucleic Acids Research*, *33*(SUPPL. 2), W696-W700.
- Schenkel, F. S., Miller, S. P., Jiang, Z., Mandell, I. B., Ye, X., Li, H., & Wilton, J. W. (2006). Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. *Journal of Animal Science*, *84*(2), 291-299.
- Soria, L. A., Corva, P. M., Huguet, M. J., Miño, S., & Miquel, M. C. (2010). Bovine  $\mu$ -calpain (CAPN1) gene polymorphisms in Brangus and Brahman bulls. *Journal of Basic and Applied Genetics*, *21*(1), 61-69.

- Van Eenennaam, A. L., Li, J., Thallman, R. M., Quaas, R. L., Dikeman, M. E., Gill, C. A., Franke, D. E., & Thomas, M. G. (2007). Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. *Journal of Animal Science*, *85*(4), 891-900.
- White, S. N., Casas, E., Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Riley, D. G., Chase Jr, C. C., Johnson, D. D., Keele, J. W., & Smith, T. P. L. (2005). A new single nucleotide polymorphism in CAPN1 extends the current tenderness marker test to include cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. *Journal of Animal Science*, *83*(9), 2001-2008.

**Table 1** Experimental animal design, number of animals, slaughter weight, age and meat maximum stress<sup>1</sup> of the studies used in this work.

Breed	Gender	diet	n	Slaughter weight, Kg		Slaughter age, d		Maximum stress	
				Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Parda de Montaña	Steer	Pasture + concentrate	33	528	42.7	594	28.9	7.3	2.01
		Total mixed ration (60% forage: 40% concentrate)	8	501	40.3	539	39.0	7.7	1.12
	Bull	Milk + concentrate <sup>2</sup>	7	236	27.2	164	9.9	5.2	0.72
		Pasture + supplement	24	457	36.6	371	34.4	9.3	2.00
		Milk + pasture <sup>2</sup>	8	229	17.3	225	13.2	7.9	1.36
Pirenaica	Steer	Concentrate	64	443	81.9	328	63.7	6.5	1.80
		Pasture + concentrate	8	488	52.9	614	19.9	8	2.07
		Concentrate <sup>2</sup>	8	479	26.0	433	8.1	4.8	1.00
	Bull	Total mixed ration (60% forage: 40% concentrate)	8	510	32.6	587	18.6	5.4	0.80
		Concentrate <sup>2</sup>	20	460	28.2	350	35.2	5.1	1.23
Heifer	Concentrate <sup>2</sup>	8	473	42.7	444	13.1	4.1	0.56	

<sup>1</sup> Maximum stress (kg/cm<sup>2</sup>) after 7 days of ageing was registered using Warner–Bratzler shear force device to evaluate instrumental tenderness.

<sup>2</sup> Animals used for cDNA characterization.

**Table 2** Information on the SNP genotyped for *CAPN1* and *CAST* genes. Primer sequence, amplification size (AS), annealing temperature (Tann), restriction enzyme (Re) and PCR-RFLP pattern for each allele for each SNPs.

Gene	Name (alias)	Location	Reference	Position on UMD 3.0	Primers	AS, bp	Tann, °C	Re	PCR-RFLP (size in bp)
<b>CAPN1</b>	<i>CAPN1_1</i> (316)	Exon 9	Page et al., 2002	BTA29: g.1827088G>A	F: CCAGGGCCAGATGGTGAA R: CGTCGGGTGTCAGGTTGC	70 9	62	<i>BtgI</i>	C: 371, 251, 87 G: 622, 87
	<i>CAPN1_2</i> (530)	Exon 14	Page et al., 2002	BTA29: g.1843665G>A	F: AGCGCAGGGACCCAGTGA R: TCCCCTGCCAGTTGTCTGAAG	78 7	64	<i>PflI</i>	G: 598, 122, 60, 7 A: 598, 182, 7
	<i>CAPN1_3</i> (4751)	Intron 17	White et al., 2005	BTA29: g.1845653T>C	F: GAAGGGCTTGGGTTGGGATGTCGGCAGAG R: AGGCTGGGAGGGGTGTTCTCTGAGTGCCA	21 5	74	<i>BsaJI</i>	C: 126, 89 T: 215
<b>CAST</b>	<i>CAST_1</i>	Intron 5	Schenkel et al., 2006	BTA7: g.98533962C>G	F: GAAGTAAAGCCAAAGGAACA R: ATTTCTCTGATGGTGGCTGCTCACT	40 8	62	<i>RsaI</i>	G: 211, 197 C: 408
	<i>CAST_2</i>	Exon 7	In this work	BTA7: g.98535683A>G	F: TGCATCATGTCCAGCAGA R: CACGTGTGCTCACCTTGTCAGCTGGTA	23 8	55	<i>HhaI</i>	A: 238 G: 178, 60
	<i>CAST_3*</i>	Exon 7	In this work	BTA7: g.98535716G>A	F: GATCTCCGGTGGTGGAAAGAG R: ACGTGTGCTCACCTTGTC Probe 1: ATCTGCCGAACCAGC Probe 2: ATCTGCCAAACCAGC	82	60		
	<i>CAST_4</i>	Intron 12	In this work	BTA7: g.98545188T>A	F: GATGCCTTGTCATCCGACTT R: GGACTGGCAGATGAAGGAAA	51 6	62	<i>BseYI</i>	A: 516 T: 259, 257

Gene	Name (alias)	Location	Reference	Position on UMD 3.0	Primers	AS , bp	Tann , °C	Re	PCR-RFLP (size in bp)
	CAST_5 (2959)	Exon 30/ 3'UTR	Barendse, 2002	BTA7: g.98579663A>G	F: ACATTCTCCCCACAGTGCC R: GACAGAGTCTGCGTTTTGCTC	37 5	62	<i>DdeI</i>	A:247, 128 G: 375

\*genotyped using TaqMan SNP genotyping assay.

**Table 3** Polymorphisms found in *CAPN1* and *CAST* genes from genomic DNA.

Gene	BTA	Polymorphisms	Location	Position on UMD 3.0
<b><i>CAPN1</i></b>	29	SNP	exon 9	g.1827080 G>A
		SNP ( <b><i>CAPN1_1</i></b> )		g.1827088 G>C
		SNP ( <b><i>CAPN1_2</i></b> )	exon 14	g.1843665 A>G
		SNP	intron 14	g.1843792 C>T
		SNP		g.1844012 C>T
		SNP ( <b><i>CAPN1_3</i></b> )	intron 17	g.1845653 T>C
		SNP		g.1845679 G>A
		<b><i>CAST</i></b>	7	indel
SNP				g.98533869 T>C
SNP ( <b><i>CAST_1</i></b> )				g.98533962 G>C
indel	intron 12			g.98545051-98545056delAACAAC
indel				g.98545150delIG
SNP ( <b><i>CAST_4</i></b> )				g.98545188 A>T
SNP				g.98545109 C>T
SNP	exon 30 (3'UTR)			g.98579573 A>G
SNP ( <b><i>CAST_5</i></b> )				g.98579663 A>G
SNP				g.98579691 C>T
SNP				g.98579763 G>A
SNP				g.98579842 A>G
SNP				g.98579852 C>T
SNP				g.98579856 G>A

**Table 4** Polymorphisms found in *CAST* genes from cDNA.

<b>Gene</b>	<b>BTA</b>	<b>Polymorphisms</b>	<b>Location</b>	<b>Position on UMD 3.0</b>
<i>CAST</i>	7	SNP	exon 6	g.98534197 T>C
		SNP ( <i>CAST_2</i> )	exon 7	g.98535683 A>G
		SNP ( <i>CAST_3</i> )	exon 7	g.98535716 G>A
		SNP	exon 8	g.98539771 C>T
		SNP	exon 9	g.98541469 C>T
		SNP	exon 9	g.98541475 G>A
		SNP	exon 17	g.98552479 T>C
		SNP	exon 18	g.98552563 T>C
		SNP	exon 18	g.98552569 T>C
		SNP	exon 18	g.98552572 T>C
		SNP	exon 18	g.98552575 G>A
		SNP	exon 18	g.98552605 T>C
		SNP	exon 18	g.98552614 T>C
		SNP	exon 21	g.98563530 A>G
		SNP	exon 24	g.98565117 A>G
		SNP	exon 24	g.98565154 G>C
		SNP	exon 30	g.98579573 A>G
		SNP ( <i>CAST_5</i> )	exon 30	g.98579663 A>G
		SNP	exon 30	g.98579691 T>C
		SNP	exon 30	g.98579763 G>A
		SNP	exon 30	g.98579842 A>G
		SNP	exon 30	g.98579852 T>C
		SNP	exon 30	g.98579856 G>A

**Table 5** Numbers of animals for each genotype and allelic frequencies for *CAPN1* and *CAST* gene and breeds.

SNP	Genotype	Allele	Total		Parda de Montaña		Pirenaica	
			n		n		n	
<b>CAPN1_1</b>	GG		170		126		43	
	GA		23		17		6	
	AA		0		0		0	
		G		0.94		0.94		0.94
<b>CAPN1_2</b>	GG		70		61		9	
	AG		87		57		29	
	AA		34		21		13	
		G		0.59		0.64		0.46
<b>CAPN1_3</b>	CC		33		29		4	
	CT		71		43		27	
	TT		90		70		20	
		T		0.65		0.64		0.66
<b>CAST_1</b>	CC		93		74		18	
	CG		78		52		26	
	GG		23		16		7	
		C		0.68		0.70		0.61
<b>CAST_2</b>	AA		83		66		17	
	AG		93		65		28	
	GG		20		13		7	
		A		0.66		0.68		0.60
<b>CAST_3</b>	AA		4		3		1	
	AG		46		33		13	
	GG		146		108		38	
		G		0.86		0.86		0.86
<b>CAST_4</b>	TT		102		81		21	
	AT		72		48		24	
	AA		21		14		7	
		T		0.71		0.73		0.63
<b>CAST_5</b>	AA		120		91		29	
	AG		64		45		19	
	GG		11		7		4	
		A		0.77		0.79		0.74

**Table 6** Least square means and standard error for gender(breed) and diet x breed effects in data of *M. Longissimus thoracis* shear force at 7 days of post-mortem aging.

Effect	Breed	Level 1	Level 2	Estimate	standar error	Adj p_value
gender (breed)	Parda	steer	bull	-2.12	0.529	0.0018**
	Pirenaica	steer	bull	-0.27	0.508	1.0000
	Pirenaica	steer	cow	0.71	0.591	1.0000
	Pirenaica	bull	cow	0.98	0.505	0.5786
diet x breed	Parda	Milk+pasture	Total mixed ration	-1.01	1.153	1.0000
	Parda	Milk+pasture	grain	2.18	0.871	0.4063
	Parda	Milk+pasture	milk+grain	2.70	0.986	0.2151
	Parda	Milk+pasture	pasture+suplement	-0.65	0.940	1.0000
	Parda	Total mixed ration	grain	3.18	0.848	0.0092**
	Parda	Total mixed ration	milk+grain	3.71	1.205	0.0814
	Parda	Total mixed ration	pasture+suplement	0.36	0.727	1.0000
	Parda	grain	milk+grain	0.52	0.939	1.0000
	Parda	grain	pasture+suplement	-2.83	0.441	0.0001***
	Parda	milk+grain	pasture+suplement	-3.35	1.003	0.0363*
	Pirenaica	Total mixed ration	grain	0.98	0.610	1.0000
	Pirenaica	Total mixed ration	pasture+suplement	-2.38	0.600	0.0044**
	Pirenaica	grain	pasture+suplement	-3.36	0.593	0.0001***

\*\*\*p<0.0001; \*\*p<0.01; \*p<0.05; ns=non significant. Bonferroni correction was applied

**Table 7** Type III test of the fixed effect genotype x breed and least square means and standard error for genotype x breed pair-wise comparisons of the *CAST* polymorphisms in data of *M. Longissimus thoracis* shear force at 7 days of post-mortem aging.

SNP	F-value	Pr>F	Parda de Montaña			Pirenaica		
			Genotype			Genotype		
CAST_1	3.20	0.019**	<b>CC</b>	<b>CC vs.</b>	<b>CG vs.</b>	<b>CC</b>	<b>CC vs.</b>	<b>CG</b>
			<b>vs. CG</b>	<b>GG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. CG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. GG</b>
			0.31 ± 0.349	-1.33 ± 0.512	-1.64 ± 0.538*	-0.02 ± 0.366	-0.98 ± 0.562	-0.96 ± 0.555
CAST_2	3.78	0.008***	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG vs.</b>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG</b>
			<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. GG</b>
			0.03 ± 0.332	-1.77 ± 0.542**	-1.80 ± 0.555**	0.11 ± 0.372	-0.90 ± 0.574	-1.01 ± 0.546
CAST_3	0.42	0.795 <sup>ns</sup>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG vs.</b>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG</b>
			<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. GG</b>
			0.12 ± 1.351	-0.37 ± 1.321	-0.49 ± 0.383	0.02 ± 1.376	0.08 ± 1.334	0.06 ± 0.443
CAST_4	3.55	0.011**	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AT vs.</b>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AT</b>
			<b>vs. AT</b>	<b>TT</b>	<b>TT</b>	<b>vs. AT</b>	<b>TT</b>	<b>vs. TT</b>
			1.76 ± 0.558*	1.58 ± 0.524*	-0.17 ± 0.351	0.89 ± 0.574	1.02 ± 0.547	0.13 ± 0.376
CAST_5	1.97	0.110 <sup>ns</sup>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG vs.</b>	<b>AA</b>	<b>AA vs.</b>	<b>AG</b>
			<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. AG</b>	<b>GG</b>	<b>vs. GG</b>
			0.28 ± 0.340	-1.27 ± 0.718	-1.55 ± 0.748	-0.06 ± 0.360	-1.27 ± 0.681	-1.20 ± 0.680

\*\*\*p<0.01; \*\*p<0.02; \*p<0.05; ns=non significant. Bonferroni correction was applied

**Table 8** Type III test of the fixed effect haplotype (breed) and least square means and standard errors for haplotype (breed) pair-wise comparisons of the *CAST* haplotypes in data of *M. Longissimus thoracis* shear force at 7 days of post-mortem aging.

Haplotype number	Haplotype	Frequency (%)	F	Pr>F	Parda de Montaña			Pirenaica		
					0 vs 1 <sup>1</sup>	1 vs 2 <sup>2</sup>	0 vs 2 <sup>3</sup>	0 vs 1	1 vs 2	0 vs 2
1	<b>CAGTA</b>	61.0	1.29	0.275	0.327±0.569	-0.859±0.412	-0.531±0.704	0.444±0.942	-0.180±0.555	0.264±1.249
2	<b>GGGAG</b>	13.8	2.58	0.039	-0.904±0.497	-2.274±1.037*	-3.178±1.107**	-0.286±0.623	-1.212±1.092	-1.498±1.346
3	<b>GGAAA</b>	7.7	0.2	0.897	-0.362±0.525	---	---	0.211±0.653	0.229±1.727	0.441±1.840
4	<b>GGGAA</b>	3.8	1.23	0.301	-1.250±0.654	0.371±1.958	-0.878±1.937	-0.039±0.788	---	---
5	<b>CGGTA</b>	2.8	8.86	0.003	-1.969±0.661*	---	---	---	---	---
6	<b>GGAAG</b>	2.8	0.04	0.963	-0.107±0.689	---	---	-0.333±1.502	---	---
7	<b>CAGTG</b>	1.5	0.93	0.395	1.178±0.865	---	---	0.153±1.448	---	---
8	<b>CAATG</b>	1.0	1.03	0.359	1.516±1.080	---	---	0.510±1.672	---	---

\*\*p<0.01; \*p<0.05; ns=non significant. Bonferroni correction was applied

<sup>1</sup>0 vs 1: 0 copies of the haplotype versus 1 copies of the haplotype.

<sup>2</sup>1 vs 2: 1 copies of the haplotype versus 2 copies of the haplotype.

<sup>3</sup>0 vs 2: 0 copies of the haplotype versus 2 copies of the haplotype.

<sup>4</sup>---: This pair-wise comparison could not be analysed because there were not animals with one or two copies.

**Supplementary Table S1** Primer sequence, amplification size (bp), annealing temperature to amplify the total *CAST* transcript variant 2 length (GenBank acc. number NM\_174003)

<b>CAST fragment</b>	<b>Primers</b>	<b>Size (bp)</b>	<b>T<sup>a</sup> (°C)</b>
<b>1</b>	Forward: CAGAAGCCAAGGCTATTCCA Reverse: TGGCATCCTTTTCCACTTTC	855	53
<b>2</b>	Forward: GATGCCTTGTCATCCGACTT Reverse: AGGCTTCAACAGCATCGTCT	616	55
<b>3</b>	Forward: AGCCCCTGAGTGAATCAGAA Reverse: TGGAAGCAGGCTTCTTGTCT	969	53
<b>4</b>	Forward: GTCCTCCTCGATGCTCTGTC Reverse: TCAGCTTTTGGCTTGGAAGT	602	55
<b>5</b>	Forward: GGAAAGCAAAGGATTCCACA Reverse: TGAGGCATCGTTTTCCAAAT	426	55
<b>6</b>	Forward: ACATTCTCCCCACAGTGCC Reverse: GACAGAGTCTGCGTTTTGCTC	375	62

**Supplementary Table S2** Linkage disequilibrium analyses with PLINK software.

Linkage disequilibrium values between each pair of SNPs are shown. The pairs of SNPs in bold, show a high degree of linkage disequilibrium.

<b>SNP1<sup>1</sup></b>	<b>Position on UMD 3.0</b>	<b>SNP2</b>	<b>Position on UMD 3.0</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
<i>CAPN1_1</i>	BTA29: g.1827088G>A	<i>CAPN1_2</i>	BTA29: g.1843665G>A	0.011
<i>CAPN1_1</i>	BTA29: g.1827088G>A	<i>CAPN1_3</i>	BTA29: g.1845653T>C	0.003
<i>CAPN1_2</i>	BTA29: g.1843665G>A	<i>CAPN1_3</i>	BTA29: g.1845653T>C	0.164
<b><i>CAST_1</i></b>	BTA7: g.98533962C>G	<b><i>CAST_2</i></b>	BTA7: g.98535683A>G	<b>0.756</b>
<i>CAST_1</i>	BTA7: g.98533962C>G	<i>CAST_3</i>	BTA7: g.98535716G>A	0.177
<b><i>CAST_1</i></b>	BTA7: g.98533962C>G	<b><i>CAST_4</i></b>	BTA7: g.98545188T>A	<b>0.884</b>
<i>CAST_1</i>	BTA7: g.98533962C>G	<i>CAST_5</i>	BTA7: g.98579663A>G	0.404
<i>CAST_2</i>	BTA7: g.98535683A>G	<i>CAST_3</i>	BTA7: g.98535716G>A	0.152
<b><i>CAST_2</i></b>	BTA7: g.98535683A>G	<b><i>CAST_4</i></b>	BTA7: g.98545188T>A	<b>0.718</b>
<i>CAST_2</i>	BTA7: g.98535683A>G	<i>CAST_5</i>	BTA7: g.98579663A>G	0.316
<i>CAST_3</i>	BTA7: g.98535716G>A	<i>CAST_4</i>	BTA7: g.98545188T>A	0.166
<i>CAST_3</i>	BTA7: g.98535716G>A	<i>CAST_5</i>	BTA7: g.98579663A>G	0.009
<i>CAST_4</i>	BTA7: g.98545188T>A	<i>CAST_5</i>	BTA7: g.98579663A>G	0.371

<sup>1</sup>Linkage disequilibrium between *CAPN1* and *CAST* SNP pairs had values ranging from 0.00006 to 0.02800.



#### **4 PERSPECTIVAS FUTURAS**

✓ Ampliar a aplicação dos questionários em demais regiões do Sul do Brasil, buscando caracterizar as diferentes populações, o consumo de carne bovina e os fatores determinantes no processo de compra e comercialização do produto.

✓ Aumentar o número de animais em futuros experimentos envolvendo técnicas moleculares para a caracterização do nível de expressão dos diferentes músculos bovinos.

✓ Realizar uma parceria entre as instituições de ensino (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Brasil e Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS), Associação Brasileira de Angus (ABA), Unidad de Genética Animal (INTA - Castelar, Argentina), Laboratório de Agrociencia (Argentina) e produtores rurais a fim de fomentar e fortalecer a cadeia produtiva da carne de bovinos no mercado nacional e internacional, criando um espaço de discussão dos possíveis resultados e avanços envolvendo indústria, através do emprego de técnicas moleculares para caracterização dos genótipos de maciez em bovinos do Brasil.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a revisão bibliográfica e as metodologias utilizadas nesta tese, e a partir dos resultados referidos nos quatro capítulos, pode-se realizar as seguintes considerações finais:

1. Existe uma carência de informações sobre novos marcadores moleculares relacionados com a maciez da carne bovina. É possível que outros marcadores ainda não tenham sido descritos em função da grande variabilidade genética que ocorre nas diferentes populações. Sugere-se realizar um trabalho de meta-análise dos marcadores mais utilizados nos últimos anos e que foram descritos na literatura, buscando assim estabelecer uma relação entre eles e possivelmente sugerir futuros marcadores que possam ressaltar e aumentar a aplicabilidade na cadeia produtiva da carne bovina.
2. O perfil dos consumidores de carne bovina na população estudada pode estar diretamente relacionado aos aspectos culturais e as condições socioeconômicas, o que influencia o processo de comercialização do produto cárneo. Desta forma, foi constatado que existem diferenças entre os grupos de entrevistados com relação com consumo, hábitos de compra, frequência de consumo e opinião sobre parâmetros de qualidade da carne bovina.
3. As técnicas moleculares utilizadas para a caracterização do nível de expressão dos diferentes músculos bovinos padronizadas no Brasil foram satisfatórias em tratando-se de resultados preliminares. No entanto, devido a limitação do número amostral utilizado nos experimentos, não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativas na expressão dos genes da calpaína e calpastatina dos diferentes músculos analisados. Portanto, sugere-se aumentar o número de animais em futuros experimentos.
4. Com relação aos estudos realizados na Espanha, foi encontrado um SNP que modifica um sítio de união de um possível microRNA, podendo alterar a estabilidade do RNA, e logo ter efeito sobre o caráter da maciez da carne bovina. Assim, é possível que exista outro SNP influenciando o caráter das raças estudadas. Neste sentido, faz-se necessário continuar as pesquisas nesta população

e sugere-se aumentar os número de animais analisados, a fim de comprovar a possibilidade de um novo SNP descrito na literatura que demonstre influência na maciez da carne bovina.

5. Com relação a oportunidade concedida pelo Programa Institucional de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) através do convênio estabelecido entre a Universidade Federal de Santa Maria e o Centro de Investigação e Tecnologia Agroalimentar de Aragón (CITA), acredita-se que esta experiência foi de grande importância para o crescimento pessoal, acadêmico e profissional, tendo em vista a ampliação no nível de colaboração e participação de trabalhos nos diferentes centros de pesquisa estrangeiros. Além disso, este estágio promoveu uma atualização de conhecimentos e uma incorporação de novos modos e/ou modelos de gestão da pesquisa. Ele também permitiu uma melhor visão do contexto acadêmico em outro país e em outras instituições de ensino, fortalecendo os elos de contato e convivência com diferentes pesquisadores estrangeiros localizados na mesma cidade (por exemplo: o CITA e a Universidade de Zaragoza - UNIZAR). Este estágio também ajudou a ampliar o nível de colaboração e publicações conjuntas entre os participantes dos diferentes grupos. Desta forma, pode-se inferir que os objetivos propostos pelo PDSE foram alcançados, principalmente devido a maior internacionalização das instituições de ensino superior brasileiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERLE, D. E. et al. **Principles of meat science**. 4 ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing, 2001. 254 p.

ABICHT, A. M. **Percepções dos consumidores locais sobre a carne bovina certificada e rastreada**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ALNEMRI, E. S. et al. Human ICE/CED-3 protease nomenclature. **Cell**, 87: 171. 1996.

ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ANDERSON, R. V. et al. An evaluation of production and economic efficiency of two beef systems from calving to slaughter. **Animal Science**, v. 84, p. 694-704, 2005.

ANSTAETT, O. L. et al. Validation of endogenous reference genes for RT-qPCR normalization in bovine lymphoid cells (BL-3) infected with Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV). **Veterinary Immunology Immunopathology**, v. 15, n. 137, p. 201-207, 2010.

Associação Brasileira de indústrias exportadoras de carne (ABIEC). **Rebanho bovino brasileiro**. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/3\\_rebanho.asp](http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp)>. Acesso em: 9 jun. 2013.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Consumer perception of Brazilian traced beef. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 771-774, 2012.

BARCELLOS, M. D. de. **“Beef-lover”**: Um estudo cross-cultural sobre o comportamento de consumo de carne bovina. 2007. 328 f. Tese de doutorado (Doutorado em agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

BARENDSE, W. 1999. **Assessing lipid metabolism**. International patent application PCT/AU98/00882, international patent publication WO 99/23248.

BARENDSE, W. DNA markers for meat tenderness. International patent application PCT/AU02/00122. **International patent publication** WO 02/064820 A1. 2002.

BARENDSE, W. et al. Variation at the Calpain 3 gene is associated with meat tenderness in zebu and composite breeds of cattle. **BMC genetics**, v. 9, n. 1, p. 41, 2008.

BATE, S. E. C.; BENDALL, J. R. Factors determining the time course of rigor mortis. **The Journal of Physiology**, v. 110, p. 47-65, 1949.

- BERNARD, C. et al. New indicators of beef sensory quality revealed by expression of specific genes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5229-5237, 2007.
- BERNARD, C. et al. Changes in muscle gene expression related to metabolism according to growth potential in young bulls. **Meat Science**, v. 82, p. 205-212, 2009.
- BIRKEDAL-HANSEN, H. et al. Matrix metalloproteinases: A review. **Critical Reviews in Oral Biology Medicine**, v. 4, p. 197-250, 1993.
- BISHOP, M. D. et al. Rapid communication: Restriction fragment length polymorphisms in the bovine calpastatin gene. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2277, 1993.
- BOURNE, M. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press, 2002.
- BRANDSTETTER, A. M.; PICARD, B.; GEAY, Y. Muscle fiber characteristics in four muscles of growing bulls. I. Postnatal differentiation. **Livestock Production Science**, v. 53, p. 15-23, 1998.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira - promovendo a alimentação saudável**. Brasília: Ministério da Saúde (Série A. Normas e Manuais Técnicos), p. 78, 2005.
- BROWN, R. T.; FEDER, M. E. Reverse transcriptional profiling: non- correspondence of transcript level variation and proximal promoter polymorphism. **BMC Genomics**, v. 6, p. 110, 2005.
- BUCHANAN F. C. et al. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. **Genetic Selection Evolution** v. 34, p. 105-116, 2002.
- BUSCH, W. A. et al. Molecular properties of postmortem muscle. Isometric tension development and decline in bovine, porcine and rabbit muscle. **Journal of Food Science**, v. 37, p. 289-299, 1972.
- CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Estandarización de lãs metodologias para evaluar la calidad del producto (animal vivo, cal, carne y grasa) em los rumiantes**. Monografias del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agrária y Alimentaria. Serie Ganadera, n. 3. Madrid, España. 2005. 448 p. ISBN 84-7498-509-9.
- CASAS, E. et al. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 13-19, 2005.
- CASAS, E. et al. Effects of *calpastatin* and  $\mu$ -*calpain* markers in beef cattle on tenderness traits. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 3, p. 520-525, 2006.

- CASSAR-MALEK, I. et al. Application of gene expression studies in livestock production systems: a European perspective. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 701-710, 2008.
- CHUNG, H. Y. et al. Relationship of a PCR-SSCP at the bovine calpastatin locus with calpastatin activity and meat tenderness. **Journal of Animal Science**, 77 (Suppl 1), p. 31, 1999.
- CHUNG, H. Y.; DAVIS, M. E.; HINES, H. C. Genetic variation detected by PCR-RFLP in intron 6 of the bovine calpastatin gene. **Animal Genetics**, v. 32, p. 53-53, 2001a.
- CHUNG, H. Y.; DAVIS, M. E.; HINES, H. C. Relationship of two PCR-RFLP in the bovine calpastatin gene with calpastatin activity, meat tenderness and carcass traits. **Research and Reviews: Beef and Sheep**, v. 181, p. 29-34, 2001b.
- CONG, J. et al. The role of autolysis in activity of the Ca<sup>2+</sup> dependent proteinases (mu-calpain and m-calpain). **The Journal of Biological Chemistry**, v. 264, p. 10096-10103, 1989
- CORL, B. A.; CHOUINARD, P. Y.; BAUMAN, D. E. et al. Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originates in part by endogenous synthesis from trans-11 octadecenoic acid. **Journal of Dairy Science**, v. 81, suppl. 1, p. 233, 1998.
- CORVA P. et al. Association of *CAPN1* and *CAST* gene polymorphisms with meat tenderness in *Bos taurus* beef cattle from Argentina. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, p. 1064–1069, 2007.
- COSTA, E. C. et al. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no Músculo *Longissimus dorsi* de Novilhos Red Angus Superprecoce, Terminados em Confinamento e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 417-428, 2002.
- COSTELLO S. et al. Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**, v. 75, p. 551-557. 2007.
- CRIDGE, A. G. et al. Post- mortem factors influencing the quality of beef. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 19, p. 93–100, 1994.
- CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v. 38, p. 998-1003, 1973.
- CROUSE, J. D. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Beef Research**, n. 4, p. 125-127, 1993.
- CULLER, R. D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1777, 1978.

CURI, R. A. et al. Alternative genotyping method for the single nucleotide polymorphism A2959G (AF159246) of the bovine *CAST* gene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 657-659, mai. 2008.

CURI, R. A. et al. Genetic polymorphisms related to meat traits in purebred and crossbred Nelore cattle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1660-1666, 2009a.

CURI, R. A. et al. Effect of single nucleotide polymorphisms of *CAPNI* and *CAST* genes on meat traits in Nelore beef cattle (*Bos indicus*) and in their crosses with *Bos taurus*. **Animal Genetics**, v. 40, p. 456-462, 2009b.

DE DUVE, C. et al. Tissue fractionation studies. 6. Intracellular distribution patterns of enzymes in rat-liver tissue. **Biochemical Journal**, v. 60, p. 604-617, 1955.

DELGADO, E. F. et al. Brazilian consumers' perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste. **Scientia Agricola**, v. 63, p. 232-239, 2006.

DRANSFIELD, E. Modeling postmortem tenderization. IV - Role of calpain and calpastatin in conditioning. **Meat Science**, v. 34, n. 2, p. 217- 234, 1993.

DRUMMOND, G. I.; DUNCAN, L. On the mechanism of activation of phosphorylase b kinase by calcium. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 243, p. 5532-5538, 1968.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Gado de corte divulga – Campo Grande, MS, dezembro de 2000, n. 41. **Carne bovina: alimento nobre indispensável**. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD41.html>>. Acesso em 25 de agosto de 2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Iniciando um pequeno negócio agroindustrial**: processamento da carne bovina / Embrapa Gado de Corte, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, DF, Brasil. Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 184p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Banco de Notícias Embrapa Gado de Corte - 15 de março de 2007. **Pasto bem manejado resulta ganhos em produtividade animal**. Disponível em: <[http://www.cnpqc.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15032007\\_dinapec.htm](http://www.cnpqc.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15032007_dinapec.htm)>. Acesso em: 15 out. 2011.

EMORI, Y. et al. All four repeating domains of the endogenous inhibitor for calcium-dependent protease independently retain inhibitory activity. Expression of the cDNA fragments in *Escherichia coli*. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 263, p. 2364-2370, 1988.

FINK, A. L. Chaperone-mediated protein folding. **Physiology review**, v. 79, n. 2, p. 425-442, 1999.

FRYLINCK, L. et al. Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, v. 83, p. 657-665, 2009.

- GAZZOLA, C.; O'NEILL, C. J.; FRISCH, J. E. Comparative evaluation of the meat quality of beef cattle breeds of Indian, African and European origins. **Animal Science**, v. 69, p. 135-142, 1999.
- GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v. 41, p. 1-26, 2001.
- GEARY T. W. et al. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1-8, 2003.
- GEESINK, G.H. et al. Evidence against the non-enzymatic calcium theory of tenderisation. **Meat Science**, v. 59, p. 417-422, 2001.
- GEESINK, G. H. et al. Determinants of Tenderisation in Beef *Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* Muscles. **Meat Science**, v. 41, n. 1, p. 7-17, 1995.
- GEESINK, G. H.  $\mu$ -Calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins<sup>1,2</sup>. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 2834-2840, 2006.
- GHEISARI, H. R. et al. Comparative studies on calpain activity of different muscles of cattle, camel, sheep and goat. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 6, n. 3, p. 225-230, 2007.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GOLL, D. E. et al. Role of the calpain system in muscle growth. **Biochimie**, v. 74, p. 225-237, 1992.
- GOLL, D. E. et al. The Calpain System. **Physiological Reviews**, v. 83, p. 731-801, 2003.
- GREBITUS, C. et al. Fresh meat packaging: consumer acceptance of modified atmosphere packaging including carbon monoxide. **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 1, p. 99-107, jan. 2013.
- GRIGORIAN, M. et al. Tumor suppressor p53 protein is a new target for the metastasis-associated Mts1/S100A4 protein - Functional consequences of their interaction. **Journal of Biological Chemistry**, v. 276, p. 22699-22708, 2001.
- GRUNERT, K. G. et al. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector - A review. **Meat Science**, v. 66, p. 259-272, 2004.
- GUERRA, R. J. et al. A elasticidade da demanda de universitários por carne bovina em Santa Maria, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2479 - 2492, 2013.
- GUILLEMIN, N. et al. Functional analysis of beef tenderness. **Journal of Proteomics**, v. 75, p. 352-365, 2011.

GUO, D. et al. Proteomic analysis of SUMO4 substrates in HEK293 cells under serum starvation-induced stress. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 337, p. 1308–1318, 2005.

GUROFF, G. A neutral calcium-activated proteinase from the soluble fraction of rat brain. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 239, p. 149-155, 1964.

HAEGEMAN, A.; VAN ZEVEREN, A.; PEELMAN, L. J. New mutation in exon 2 of the bovine leptin gene. **Animal Genetics**, v. 31, p. 70, 2000.

HOCQUETTE, J. F. et al. Recent advances in cattle functional genomics and their application to beef quality. **Animal**, v. 1, p. 159-173, 2007.

ILIAN, M. A. et al. Intermuscular variation in tenderness: Association with the ubiquitous and muscle-specific calpains. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 122-132, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Ciências (IBGE). **Sala de Imprensa: Pesquisas Trimestrais do Abate de Animais, do Leite, do Couro e da Produção de Ovos de Galinha**, 2010. Disponível em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1789&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1789&id_pagina=1)>. Acesso em: 24 out. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Ciências (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal**, v. 39, 2011. Disponível em:  
<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2011/tabelas\\_pdf/tab03.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/tabelas_pdf/tab03.pdf)>. Acesso em: 09 jun. 2013.

Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE). **Opinião pública**. Disponível em:  
<[http://www.ibope.com.br/opiniao\\_publica/downloads/ibope\\_inteligencia\\_wwf\\_jun06.pdf](http://www.ibope.com.br/opiniao_publica/downloads/ibope_inteligencia_wwf_jun06.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2011.

International Organization for Standardization (ISO). **Sensory analysis - Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach**. International Organization for Standardization (ISO) 11035, Gênova, Suíça. 1994. 26 pp.

IP, C.; SCIMECA, J. A.; THOMPSON, H. J. Conjugated linoleic acid – A powerful anticarcinogen from animal fat sources. **Cancer Research**, v.74, p.1051-1054, 1994.

ISSANCHOU, S. Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. **Meat Science**, S (Suplemento), p. 5-19, 1996.

KEMP, C.; PARR, T. Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderisation. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 252-259, 2012.

KHORCHID, A.; IKURA, M. How calpain is activated by calcium. **Nature Structural Biology**, v. 9, p. 239-241, 2002.

KIRCHOFER, K. S. et al. Fiber type composition of muscles of the beef chuck and round. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2872- 2878, 2002.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v. 36, n. 3, p. 93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v. 43, p. 193-201, 1996.

KOOHMARAIE, M. et al. Role of  $\text{Ca}^{++}$  dependent proteases and lysosomal enzymes in postmortem changes in bovine skeletal muscle. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1253-1257, 1988.

KUBOTA, E. H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, p. 12-15, out. 1993.

LAMARE, M. et al. Changes in proteasome activity during post-mortem aging of bovine muscle. **Meat Science**, v. 61, p. 199-204, 2002.

LARA, M. A. C. et al. Leptin gene polymorphism (SNP305) in cattle and its relationship in the tenderness of the meat. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, v. 1, p. 195-198, 2011.

LEE, K. T. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 138-150, 2010.

LEE, S. et al. Effect of ion fluid injection on beef tenderness in association with calpain activity. **Meat Science**, v. 56, p. 301-310, 2000.

LEPETIT, J. A theoretical approach of the relationship between collagen content, cross-links and meat tenderness. **Meat Science**, v. 76, p. 147-159, 2007.

LEVY, P. S.; LEMESHOW, S. **Sampling of populations, solutions manual: methods and applications**. 4 ed. Wiley: New York, USA. 2009.

LISA, C.; DI STASIO, L. Variability of m-Calpain and Calpastatin genes in cattle. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, p. 99-101, 2009.

LOCKER, R. H.; HAGYARD, C. J. A cold shortening effect in beef muscles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 787-793, 1963.

LONERGAN, S. M. et al. Relationship of restriction fragment length polymorphisms (RFLP) at the bovine calpastatin locus to calpastatin activity and meat tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3608-3612, 1995.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: Luchiari Filho, 2000. 135 p.

MACHADO, L. V. N. **A posição competitiva do Brasil no mercado internacional de carne bovina: uma aplicação do método Constant-Market-Share, 1995-2003**. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade da Amazônia, Belém, 2005.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimentos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 19 de setembro de 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Bovinos e Bubalinos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: 15 out. 2011.

MARGOLIUS, H. S. et al. Molecular characteristics and cellular and tissue responses. **Diabetes**, v. 45 (supl.1), S14-S19, 1996.

MELLO, R. O. **Eficiência produtiva e econômica, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços confinados e abatidos com diferentes pesos corporais**. 2007. 147f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil 2007.

MISTURA, L. P. F.; COLLI, C. The effect of irradiation and thermal process on beef heme iron concentration and color properties. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 29, n. 1, mar. 2009.

MOLONEY, A. P. et al. Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance, selected carcass and meat quality characteristics. **Meat Science**, v. 79, n. 2, p. 355-64, jun. 2008.

MONDINO, M. C.; FERRATO, J. El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. **Revista Agromensajes de la facultad**, v. 18, n. 4, 2006.

MONIN, G., OUALI, A. Muscle differentiation and meat quality. **Developments in Meat Science**, v. 5, p. 89-157. 1991.

MORRIS, C. A. et al. Genotypic effects of calpain 1 and calpastatin on the tenderness of cooked *M. longissimus dorsi* steaks from Jersey × Limousin, Angus and Hereford-cross cattle. **Animal Genetics**, v. 37, p. 411-414, 2006.

National Academy of Sciences on Dietary Reference Intakes (DRIs). **Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc**. National Academy Press: Washington, 2001, 650 p.

NEUMAN, W. L. **Social research methods: qualitative and quantitative approaches**. 7 ed. Pearson: Toronto, Canada. 2009.

NORMAN, G. A. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-east Brazil: Part 3 – Meat Quality. **Meat Science**, v. 6, n. 2, p. 79-96, 1982.

NOWAK, Dariusz. Enzymes in Tenderization of Meat-The System of Calpains and Other Systems-a Review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 61, n. 4, p. 231-237, 2011.

- OUALI, A. Meat tenderization: possible causes and mechanisms. **Journal Muscle Foods**, v. 1, p. 129-165, 1990.
- OUALI, A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. **Biochimie**, v. 74, p. 251- 265, 1992.
- OUALI, A. et al. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. **Meat Science**, v. 74, p. 44-58, 2006.
- PAGE, B. T. et al. Evaluation of single nucleotide polymorphisms in *CAPN1* for association with meat tenderness in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 3077-3085, 2002.
- PAGE, B. T. et al. Association of markers in the bovine *CAPN1* gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3474–3481, 2004.
- PETER, J. B.; BARNARD, R. J.; EDGERTON, V. R. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, v. 11, n. 10, p. 2672-2633, 1972.
- PICARD, B. et al. Skeletal muscle proteomics in livestock production. **Briefings in functional genomics**, v. 9, n. 3, p. 259-278, 2010.
- PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; ALMEIDA, A. P. S. Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1405-1410, 2010a.
- PINTO, L. F. B. et al. Association of SNPs on CAPN 1 and CAST genes with tenderness in Nellore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 3, p. 1431-1442, 2010b.
- PRADO, I. N. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1461-1476, out./dez. 2011.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Minas Gerais: UFV, 2007. 599 p.
- RAYNAUD, P. et al. Correlation between bovine calpastatin mRNA transcripts and protein isoforms. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 440, n.1, p. 46-53, 2005.
- REAGAN, J. O.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Age-related traits affecting the tenderness of the bovine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 1198-1205, 1976.
- RENAND, G. et al. Relationships between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v. 59, p. 49-60, 2001.
- RIBECA, C. et al. Association of polymorphisms in calpain 1, ( $\mu$ /I) large subunit, calpastatin, and cathepsin D genes with meat quality traits in double-muscléd Piemontese cattle. **Animal Genetics**, v. 44, n. 2, p. 193-196, 2013.

RODRIGUES, V. C. et al. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 434-443, 2004.

RONCALES, P. et al. Meat tenderisation: enzymatic mechanisms. In: **Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality**. OUALI, A., DEMEYER, D.I., SMULDERS, F.J.M. ECCEAMST series, p. 311-330. 1995.

RÜBENSAM, J. M. et al. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

RULE, D. C. et al. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1202-11, 2002.

SAMBROOK, J. E. & RUSSEL, D. W. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 3 ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2002. 2700 p.

SAÑUDO, C.; JIMENO, V.; CARVIÑO, M. **Producción de ganado vacuno de carne y tipos comerciales en España**. Schering-Plough Animal Health, Zaragoza, Espanha, 2008. ISBN 978-84-691-2300-3. 308 p.

SAÑUDO, C. **Curso de doctorado en análisis sensorial de carne fresca**. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Espanha, Fev. 2013. Apostila fornecida.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Estrutura da Carne. In: **Boletim Técnico - PIE-UFES:01807** - Editado: 22/06/2007, Espírito Santo: UFES, 2007. Disponível em [http://www.agais.com/telomc/b01807\\_estrutura\\_carne.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01807_estrutura_carne.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2010.

SCHENKEL, F. S. et al. Association of a single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 291-299, 2006.

SCHLINDWEIN, M. M.; KASSOUF, A. L. Análise da influência de alguns fatores socioeconômicos e demográficos no consumo domiciliar de carnes no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 549-572, jul./set. 2006.

SCHNEIDER, L. **Estimativa dos Gastos dos Alunos da UFSM (2002)**: Aplicação da Amostragem Estratificada Proporcional. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SENTANDREU, M. A.; COULIS, G.; OUALI, A. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, p. 398-419, 2002.

SHACKELFORD, S. D. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 857-863, 1994.

SILVA, R. G. et al. Dietary effects on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 95-101, 2002.

SILVA, R. A. M. S. Porque estudar o comportamento do consumidor de carnes. **Informativo da Cadeia da Carne Bovina do Pantanal Mato-Grossense**, n. 4, p. 1-4, 2009.

SILVEIRA, V. C. P. et al. Preço pago pelo consumidor de carne bovina nas diferentes regiões econômicas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1201-1207, 2009.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CARNES E DERIVADOS NO ESTADO SUL (Sicadergs). Uruguai passa Argentina em consumo de carnes. 2010. Disponível em: <[http://www.revistasaboresdosul.com.br/informacoes/ver.php?id=24529=Consumo\\_de\\_carne](http://www.revistasaboresdosul.com.br/informacoes/ver.php?id=24529=Consumo_de_carne)>. Acesso em: 15 abr. 2013.

SMITH, G. C.; CARPENTER, L.; KING, T. Considerations for beef tenderness evaluations. **Journal of Food Science**, v. 34, p. 612-618, 1969.

SMITH, C. G. et al. **Economic implications of improved color stability in beef**. Joh Wiley and Sons: New York, 2000.

STAMATOYANNOPOULOS, J. A. The genomics of gene expression. **Genomics**, v. 84, n. 3, p. 449-457, 2004.

SUN, Y.; MACRAE, T. H. Small heat shock proteins: molecular structure and chaperone function. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 62, p. 2460-76, 2005.

SUZUKI, K. Nomenclature of calcium dependent proteinase. **Biomedica Biochimica Acta**, v. 50, p. 483-484, 1991.

TAKANO, E. et al. Pig heart calpastatin: Identification of repetitive domain structures and anomalous behavior in polyacrylamide gel electrophoresis. **Biochemistry**, v. 27, p. 1964-1972, 1988.

TOURAILLE, C. Effect of muscle characters on organoleptic traits in meat. **Rencontre recherches ruminants**, v. 1, p. 169-175, dez. 1994.

TRESPALACIOS, J. A.; VÁZQUEZ, R.; BELLO, L. **Investigación de mercados, métodos de recogida y análisis de información para la toma de decisiones en marketing**. Thomson: Madrid, Spain. 2005.

TRICHOPOULOU, A.; NASKA, A.; COSTACOU, T. Disparities in food habits across Europe. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, p. 553-558, 2002.

United States Department of Agriculture (USDA). **Production, supply and distribution online. Reports. Livestock. Cattle selected countries summary**. Washington, D.C., 2010. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Cattle+Summary+Selected+Countries&hidReportRetrievalID=1648&hidReportRetrievalTemplateID=7>>. Acesso em: 06 out. 2010.

United States Department of Agriculture (USDA). **Foreign Agricultural Service: Global Agricultural Information Network**. Washington, D.C., 2012. Online. Disponível em: <[http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual\\_Brasilia\\_Brazil\\_1-3-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_1-3-2012.pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2012.

United States Department of Agriculture (USDA). **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. World Exports 2013 Revised: Broiler Meat Higher, Beef Lower and Pork Unchanged. Washington, D.C. 2013. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>. Acesso em 9 de jun. 2013.

VENERONI, G. B. **Associação de snps em genes candidatos e de regiões cromossômicas com espessura de gordura subcutânea em bovinos da raça canchim**. 2010. 140f. Tese (Doutorado em genética e evolução) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

VIANA, J. G. A. & SILVEIRA, V. C. P. A relação entre o preço pago pelo consumidor de carne bovina em Santa Maria e o recebido pelo produtor de gado de corte no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, jul./ago., 2007.

WHEELER, T. L., et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 196-207, 2005.

WHIPPLE, G, et al. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

WHITE, S. N. et al. A new single nucleotide polymorphism in *CAPN1* extends the current tenderness marker test to include cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 9, p. 2001-2008, 2005.

WILK, S.; ORLOWSKI, M. Cation-sensitive neutral endopeptidase: isolation and specificity of the bovine pituitary enzyme. **Journal of Neurochemistry**, v. 35, p. 1172-1182, 1980.

YANG, X. L. et al. Proteomic Dissection of Cell Type-Specific H2AX-Interacting Protein Complex Associated with Hepatocellular Carcinoma. **Journal of Proteome Research**, v. 9, p. 1402-1415, 2010.

YOU, J. et al. Treatment with the Proteasome Inhibitor MG132 during the End of Oocyte Maturation Improves Oocyte Competence for Development after Fertilization in Cattle. **PLoS one**, v. 7, n. 11, p. e48613, 2012.

ZAMORA, F. et al. Serine peptidase inhibitors, the best predictor of beef ageing amongst a large set of quantitative variables. **Meat Science**, v. 71, p. 730-742, 2005.

## **ANEXOS**



## ANEXO 1 – Formulário estruturado aplicado na coleta de dados para a caracterização do consumo da carne bovina.

PESQUISA SOBRE PRODUTOS CÁRNEOS				
Número: _____ Bairro: _____				
Data: ____/____/____ Hora: _____				
01) Sexo ( ) M ( ) F				
02) É estudante: ( ) Sim ( ) Não Curso: _____ Centro: _____				
03) Grau de escolaridade? _____ anos de estudo. ( ) Não estudou ( ) 1º Grau incompleto ( ) 1º Grau completo ( ) 2º Grau incompleto ( ) 2º Grau completo ( ) 3º Grau incompleto ( ) 3º Grau completo ( ) Pós-graduação incompleta ( ) Pós-graduação completa				
04) Idade _____ 05) Altura _____ 06) Peso _____				
07) Renda pessoal ou familiar (salário mínimo) – R\$ _____ ( ) menos de 1 ( ) 1 a 3 ( ) 4 a 6 ( ) 7 a 9 ( ) 10 a 15 ( ) 16 a 20 ( ) mais de 20				
08) Quanto você poupa/ economiza de sua renda/mês? _____				
09) Tem problema de: 1. ( ) hipertensão ( ) Sim ( ) Não 2. ( ) colesterol ( ) Sim ( ) Não 3. ( ) outro: _____				
10) Realiza atividade física? ( ) Sim ( ) Não Que tipo _____ Que frequência ( ) _____ vezes / semana				
11) Consome carne bovina? ( ) Não – Por que _____ ( ) Sim, como: ( ) assada no forno ( ) churrasco ( ) frita ( ) panela ( ) guisado/ moída				
12) Quantas vezes consome de carne bovina: ( ) _____ vezes/semana ( ) raramente				
13) Qual refeição consome carne bovina: ( ) café ( ) almoço ( ) lanche ( ) janta				
14) Enumere por ordem de prioridade as <u>3 principais</u> carnes que você consome, (exemplo: 1, 2, 3) ( ) Gado ( ) Frango ( ) Porco ( ) Peixe ( ) Ovelha				
15) Corte de carne bovina que mais <u>gosta/ prefere</u> ? ( ) contrafilé ( ) filé mignon ( ) coxão fora ( ) coxão dentro ( ) maminha ( ) picanha ( ) alcatra ( ) patinho ( ) tatu ( ) costela ( ) ripa ( ) chuleta ( ) vazio ( ) peito ( ) paleta ( ) agulha ( ) outra: _____				
16) Por que você mais gosta do corte que escolheu na questão 15? ( ) Sabor ( ) Cor ( ) Preparo ( ) Gordura ( ) Maciez				
17) Corte de carne bovina que mais <u>consome/compra</u> por semana?				
Corte?	Onde compra?	Pq compra?	Preço paga?	Quant. gr ou kg?
( ) contrafilé ( ) filé mignon ( ) coxão fora ( ) coxão dentro ( ) maminha ( ) picanha ( ) alcatra ( ) patinho ( ) tatu ( ) costela ( ) ripa ( ) chuleta ( ) vazio ( ) peito ( ) paleta ( ) agulha ( ) outra: _____	( ) Hipermercado ( ) Mercado ( ) Açougue ( ) Direto do produtor Outro: _____	( ) Higiene ( ) Confiança ( ) Proximidade ( ) Preço		
18) Por que você consome/ compra mais o corte que escolheu na questão 17?				
1. ( ) Preço	( ) cara ( ) barata ( ) médio preço			
2. ( ) Apresentação / Embalagem	( ) vem solta ( ) bandeja ( ) vácuo ( ) charque/ seca			
3. ( ) Procedência	( ) rastreada ( ) não rastreada			
4. ( ) Raça	( ) zebu ( ) hereford ( ) bradford ( ) mestiço ou cruza			
5. ( ) Forma de preparo	( ) assada no forno ( ) churrasco ( ) frita ( ) panela ( ) guisado/ moída			
6. ( ) Sabor	( ) suculenta ( ) gorda ( ) magra			
7. ( ) Maciez	( ) dura ( ) macia			
8. ( ) Cor	( ) vermelha vivo ( ) vermelho escuro			
19) Marque com um X o consumo de derivados da carne:				
Produtos	Consumo	Frequência / semana / raramente	Quantidade	
Hambúrguer				
Salsichão / Lingüiça				
Presunto / Apresuntado				
Salame				
Salsicha				
Mortadela				
20) Cite 1 alimento rico em proteína: _____ ( ) não sei responder				
21) Cite 1 alimento rico em carboidrato: _____ ( ) não sei responder				
22) Cite 1 alimento rico em gordura: _____ ( ) não sei responder				
23) Qual a principal fonte de proteína que você consome: _____ ( ) não sei responder				
24) O que você considera um número adequado de refeições: ( ) 1 refeição ( ) 2 refeições ( ) 3 refeições ( ) 4 refeições ( ) 5 refeições ( ) 6 refeições ( ) mais de 6				
25) Marque com X qual a refeição mais importante para você? ( ) Café-da-manhã ( ) Lanche da manhã ( ) Almoço ( ) Lanche da tarde ( ) Janta ( ) Ceia				
26) Você acha que a carne bovina faz mal para a saúde? ( ) Não ( ) Sim, por que _____ ( ) não sei responder				
27) Caso tenha respondido SIM na questão 26, como você soube que essa carne faz mal para a saúde? ( ) televisão ( ) rádio ( ) internet ( ) sala de aula ( ) jornais ( ) revistas ( ) profissionais da saúde ( ) amigos ( ) filmes ( ) outro: _____				
28) A produção de carne bovina causa impactos ruins ao meio ambiente? ( ) não causa impacto ( ) grande impacto ( ) pequeno impacto ( ) não sei				
29) A qualidade da carne é influenciada pela maneira de criar e abater os animais? ( ) Sim Por que? _____ ( ) Não Por que? _____ ( ) não sei responder				
30) Para você, o que é uma carne com alto grau de qualidade? Marque os <u>3 itens mais importantes</u> . ( ) aparência vermelho vivo ( ) cheiro agradável ( ) mais gordura visível ( ) menos gordura visível ( ) mais proteína ( ) rastreada ( ) preço acessível ( ) bem estar animal ( ) higiene do local da compra ( ) confiança no local da compra				
31) Das carnes abaixo, se elas fossem produzidas com maior maciez, qual (s) você compraria e quanto pagaria a mais por ela (s)?				
Cortes bovinos	Supondo R\$ 10,00 / Kg, quanto pagaria a mais em reais por Kg?			
1. ( ) contrafilé				
2. ( ) filé mignon.				
3. ( ) coxão de fora (duro)				
4. ( ) coxão de dentro (mole)				
5. ( ) maminha,				
6. ( ) picanha				
7. ( ) alcatra				
8. ( ) patinho				
9. ( ) tatu (lagarto)				
10. ( ) costela				
11. ( ) ripa (churrasco)				
12. ( ) chuleta (panela/ frita)				
13 ( ) vazio, fraldinha				
14. ( ) peito				
15. ( ) paleta				
16. ( ) agulha (pescoço)				
17. ( ) Outra _____				

**ANEXO 2 – Declaração de finalização do estágio de doutorado-sanduíche realizado no Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, Espanha.**



Margalida Joy  
Avda. Montañana, 930  
50059 – ZARAGOZA  
Tel: 34 976 71 64 42  
Fax: 34 976 71 63 35

Zaragoza, 31 de agosto de 2012.

A quien corresponda:

Dra. Margalida Joy, investigadora de la Unidad en Tecnología en Producción Animal del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) declara que:

*Jackeline Karsten Kirinus* inició su estancia en la Unidad a la que pertenezco en septiembre de 2011, incorporándose al grupo de trabajo: **ALIMENTACIÓN Y GENÉTICA MOLECULAR APLICADA A LA CALIDAD Y SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS EN RUMIANTES (A49, Aragón)** que dirige el doctor J. H. Calvo y en el que M. Blanco y M. Joy son miembros investigadores.

Durante el tiempo de su estancia ha trabajado en la caracterización y aislamiento de polimorfismos de genes (calpaína, calpastatina) relacionados con la ternera de la carne de vacuno bajo la dirección de J. H. Calvo y M. Blanco. Ha analizado 216 muestras. De dichas muestras ha realizado la extracción de ácidos nucleicos, PCR y RFLP. También ha llevado a cabo análisis de las secuencias. De manera puntual ha colaborado en la realización de PCR a tiempo real.

Además ha asistido a los seminarios que se organizan por parte de las unidades de Producción y Sanidad Animal cada dos semanas en el CITA e impartió uno. También ha recibido formación en las fincas experimentales de dichas Unidades. En dichas visitas se le han explicado las técnicas de manejo habituales de ovino y vacuno en esta Comunidad Autónoma.

*Jackeline Karsten Kirinus* trabajó con el equipo del Dr. Sañudo de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza desde el 18 de abril al 25 de mayo, debido al gran interés que mostró por trabajar bajo la supervisión de dicho Doctor. Posteriormente se reincorporó a nuestro Centro, hasta la finalización de su estancia a finales de agosto.

Para que conste, firmo la presente junto a sus supervisores en Zaragoza, a 31 de agosto de 2012.

Dra. Margalida Joy  
Investigadora del CITA

Dra. Mireia Blanco  
Investigadora del CITA

Dr. Jorge H. Calvo  
Investigador ARAID- CITA

**ANEXO 3 – Declaração de participação dos trabalhos e artigos oriundos do do estágio de doutorado-sanduíche realizado no Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, Espanha.**



Zaragoza, 3 de septiembre de 2012.

A quien corresponda:

Dra. Margalida Joy, investigadora de la Unidad en Tecnología en Producción Animal del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) localizado en Zaragoza (Avda Montañana, 930. 50059-Zaragoza, España) declara que:

Jackeline Karsten Kirinus, alumna del proceso CAPES-PDSE 5145-11-2 participará en el posibles artículos y trabajos derivados de su participación en los trabajos realizados durante su estancia en el CITA

Para que conste, firmamos la presente

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Margalida Joy".

Dra. Margalida Joy  
Investigadora del CITA

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Mireia B".

Dra. Mireia Blanco  
Investigadora del CITA

**ANEXO 4 – Capítulo publicado no livro: “Agronegócio: panorama, perspectivas e influência do mercado de alimentos certificados”.**

## **UMA ANÁLISE SOBRE O MERCADO E A QUALIDADE DA CARNE BOVINA BRASILEIRA**

**Jackeline Karsten Kirinus**

**Renius de Oliveira Mello**

**José Laerte Nörnberg**

### **Introdução**

A cadeia produtiva da carne é composta por vários setores que vão desde a fabricação do alimento oferecido ao animal e o treinamento de profissionais qualificados (Médicos Veterinários, Zootecnistas, Engenheiros Agrônomos, Administradores, entre outros), até empresas de consultoria em sistemas de comércio exterior e abatedouros frigoríficos.

Durante a década de 1990, na Europa, observou-se um decréscimo na disponibilidade de carne bovina, com exceção da Noruega, Portugal e República da Irlanda (TRICHOPOULOU; NASKA; COSTACOU, 2002). Esta diminuição foi atribuída às mudanças dos padrões de preferência do consumidor e as crises de segurança que emergiram com o aparecimento da doença “vaca louca”, definida como *Encefalite Espongiforme Bovina* (BSE), juntamente com a falta de informação dos meios de comunicação e perda da capacidade de resposta inicial ao setor de carnes.

No entanto, apesar da queda na oferta global de carne bovina, o sistema de produção sofreu mudanças para manter a qualidade do produto final e o bem-estar animal. Outro acontecimento marcante no processo de produção de carnes foi o estabelecimento, em 1967, da “Comissão de Bem-estar de Animais de Produção” (*Farm Animal Welfare Advisory Committee* – FAWAC), que deu origem, em 1979, ao “Conselho de Bem-estar dos Animais de Produção” (FAWC). O FAWC ficou internacionalmente conhecido ao divulgar as chamadas “Cinco Liberdades”, que constituem a referência mínima para várias legislações, são elas: 1) Livres de Fome, Sede e Desnutrição, 2) Livres de Desconforto, 3) Livres de Dor, Injúria e Doença, 4) Livres para expressar um Comportamento Normal e 5) Livres de Medo e Estresse negativo.

Assim, no contexto da globalização os níveis de exigências e desafios são cada vez maiores; as oportunidades de crescimento e desenvolvimento serão de poucos países, e o Brasil apresenta um grande potencial de continuar como o “celeiro do mundo”.

### **Situação brasileira da carne bovina**

No Brasil, a bovinocultura de corte representa grande importância econômica. Na década de 70, com o auxílio do crédito rural oferecido pelo governo brasileiro, novas tecnologias foram incorporadas, como a importação de animais de raças européias e a introdução de sal mineral no sistema de alimentação bovina.

A cada ano, a participação brasileira no comércio internacional vem crescendo, com destaque para a produção de carne bovina, suína e de frango. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) até 2020, a expectativa é que a produção nacional de carnes suprirá 44,5% do mercado mundial. A pecuária registra um crescimento espetacular. De 1990 a 2003, a produção de carne bovina teve forte crescimento aumentou 85,2% (ou 6,1% ao ano), passando de 4,1 milhões para 7,6 milhões de toneladas (MAPA, 2010).

Segundo as estatísticas publicadas pelo Ministério da Agricultura (MAPA, 2011), o rebanho bovino brasileiro tem aproximadamente 200 milhões de cabeças distribuídos em 27 Unidades de Federação (Tabela 1). Além disso, desde 2004, assumiu a liderança nas exportações, com um quinto da carne comercializada internacionalmente e vendas em mais de 180 países (MAPA, 2011). Conforme as projeções realizadas pelo MAPA (Brasil projeções do Agronegócio 2010-2011 a 2020-2021), as exportações de carne bovina devem situar-se numa média anual de 2,6%. Ao que tudo indica, deverá se fortalecer nessa posição nos próximos anos, consolidando-se tanto como produtora de alimento nobre para o mercado interno, como elemento importante para o país por sua inserção no mercado mundial de carne bovina.

Tabela 1 - Número de cabeças bovinas por unidade de federação do Brasil

<b>REBANHO BOVINO NO BRASIL, 2010</b>	
<b>Unidade de Federação</b>	<b>Número de bovinos</b>
Acre	2.557.971
Alagoas	1.198.068
Amapá	62.235
Amazonas	1.203.868
Bahia	10.481.194
Ceará	2.565.822
Distrito Federal	98.925
Espírito Santo	2.186.702
Goiás	20.933.527
Maranhão	6.951.635
Mato Grosso	28.769.469
Mato Grosso do Sul	21.441.191
Minas Gerais	22.594.355
Pará	18.679.981
Paraíba	1.269.451
Paraná	9.379.955
Pernambuco	2.104.323
Piauí	1.718.062
Rio de Janeiro	2.076.587
Rio Grande do Norte	815.883
Rio Grande do Sul	13.892.558
Rondônia	11.442.823
Roraima	663.051
Santa Catarina	4.190.829
São Paulo	10.957.398
Sergipe	1.075.663
Tocantins	7.973.350
<b>Total</b>	<b>207.284.876</b>

Fonte: MAPA, 2011 (com adaptações).

A grande extensão territorial do Brasil atrelada ao clima tropical contribuiu para esse resultado, uma vez que permite a criação da maioria do gado em pastagens. O pasto é a principal fonte de alimento dos bovinos, o que torna importante uma exploração racional. Hoje, os mais de 150 milhões de hectares de pasto apresentam algum tipo de problema, no qual a degradação está entre os mais preocupantes. As causas são várias, como a má formação e manejo inadequado, conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2011). No entanto, conforme MAPA (2010) do total da produção brasileira de carnes (bovina, suína e de aves) de 2010, estimada em 24,5 milhões de toneladas, observa-se que 75% é consumida internamente no país.

Segundo previsões do USDA (2011) estima-se que em 2012, devidos a fatores como pesos levemente maiores de carcaças bovinas, aliados das melhorias genéticas e de pastagens deverão gerar um aumento da produção brasileira em 2%, para 9,2 milhões de toneladas. Além disso, o incentivo financeiro do governo brasileiro para a reconstrução de rebanhos irá elevar as ofertas de animais prontos para abate. Também, será observado um aumento da demanda doméstica, devido ao maior poder de compra da classe média.

A região Centro-Oeste do Brasil representou 35% do abate nacional no período, este dado demonstra uma redução de 2,3% no total abatido em relação ao mesmo período de 2009, devido à queda de 5,6% no abate em Mato Grosso. Esta queda foi compensada pelas regiões Sul e Sudeste. Os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo apresentaram aumentos de 29,0 e 25,1% e 3,6%, respectivamente. No entanto, o Mato Grosso mantém a liderança entre os estados, tendo abatido 14,1% de toda a produção nacional no ano de 2010 (IBGE, 2011). Em termos de peso de carcaças, registrou-se 1,770 milhão de toneladas, queda de 3,0% em relação ao 2º trimestre de 2010 e aumento de 2,5% em relação ao 3º trimestre do ano anterior.

Neste sentido, para manter a posição de um dos maiores exportadores de carne bovina mundial e conquistar novos mercados, é importante que o setor produtivo seja competitivo, fornecendo produtos de qualidade a preços acessíveis juntamente com melhorias de produção. Além disso, faz-se necessário o investimento em tecnologias e capacitação profissional para o desenvolvimento de políticas públicas no agronegócio brasileiro.

### **Sanidade animal**

Em termos de sanidade animal, com o aparecimento da doença da “vaca louca” na Inglaterra em 1996, doença que dizimou populações inteiras na Europa e chegou

recentemente ao continente americano, percebe-se uma maior preocupação com a ingestão de alimentos contaminados (MACHADO, 2005). Segundo o Comitê Veterinário da União Européia, o Brasil é considerado como "área de risco desprezível" para a ocorrência desta enfermidade (MAPA, 2010).

No entanto, são relatadas no Brasil outras doenças que afetam o comércio da carne bovina, entre elas, a febre aftosa, uma doença altamente contagiosa e economicamente devastadora. Atualmente, o país é dono do maior rebanho bovino comercial do mundo, com 83% das suas cabeças em áreas livres da febre aftosa (MAPA, 2010; USDA, 2010).

Em dezembro de 2010, o MAPA publicou "Brasil amplia área livre de febre aftosa", onde 15 unidades da federação são consideradas livres de febre aftosa com vacinação: Acre, Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo, Sergipe, Tocantins e o Distrito Federal, além dos municípios de Guajará e Boca do Acre, no Amazonas, e a região centro-sul do Pará. Santa Catarina é o único estado considerado pela OIE, como zona livre de febre aftosa sem vacinação. Entretanto, esses dados são considerados pontuais, pois se faz necessário manter a fiscalização e manutenção da classificação dessas áreas.

Assim, é necessário monitorar e controlar os aspectos relacionados à sanidade animal e segurança alimentar, pois são fatores considerados de extrema importância para o país atender às exigências dos mercados rigorosos e conquistar espaço no cenário mundial.

### **Contexto da carne bovina no agronegócio brasileiro**

O setor bovino forma hoje uma importante cadeia do agronegócio, com forte interação dos setores ligados ao agronegócio, genética, comércio, cultura e turismo, sendo uma das cadeias produtivas que mais oferece oportunidades de trabalho, conquistando posição de destaque na economia nacional e mundial. Dentre os alimentos que compõem a cesta de consumo dos brasileiros itens como carnes, aves e derivados desempenham um papel fundamental na alocação do orçamento familiar.

A carne bovina é um produto de extrema relevância no mercado e apresenta um consumo per capita de 37,5 quilo/habitantes/ano em 2010. Isto representa uma alta de 5,1% em relação a 2009. O crescimento se dá mesmo com a elevação dos preços em 38,7% no varejo, e 32,9% para o consumidor.

Este produto, seja por questões econômicas, culturais ou sociais, é demandado por 99% da população, fazendo parte da dieta diária de aproximadamente 34% dos brasileiros

(IBOPE, 2008). O brasileiro come mais carne bovina do que a média mundial e consome menos do que o argentino e uruguaio (EMBRAPA, 2004). Em relação a outros países em desenvolvimento, a alimentação do brasileiro é muito superior do ponto de vista de proteína animal. A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) estima que no ano 2030 o consumo per capita das carnes bovina, suína e frango nesses países atingirá 37 quilos, e no Brasil já são 94 quilos.

O consumo da carne bovina está fortemente ligado com a cultura e tradição. Segundo Silva (2009) é preciso entender a percepção individual dos consumidores no momento da compra, questões culturais, questões sociais, e até que ponto diferentes variáveis interfere no momento de decisão de compra.

Em uma cadeia produtiva, o consumidor deve ser sempre o primeiro segmento a ser estudado, pois é ele que irá consumir o produto, e promoverá a circulação dos recursos necessários para o funcionamento das cadeias. Conforme dados da Embrapa (2004), atualmente, o consumidor está mais informado e tem à sua disposição uma oferta cada vez maior de produtos substitutos – carne e derivados de aves e suínos – e desta forma tem demonstrado valor aos fatores ligados à qualidade e apresentação do produtor cárneo. Neste mesmo sentido, percebe-se uma mudança com relação ao perfil do consumidor de carne bovina em procurar produtos com maior nível de qualidade, seguros e saudáveis.

Assim, devido às exigências dos mercados consumidores são necessários investimentos contínuos para melhorar a produtividade (MELLO, 2007). Apesar disso, os índices de qualidade que caracterizam atualmente essa atividade estão muito distantes daqueles que poderiam garantir sua competitividade e conseqüente permanência como empreendimento economicamente significativo (CURI, 2009).

Até a pouco tempo, na maioria das vezes, a decisão de compra, tinha como principal objetivo, o preço. A análise do comportamento do consumidor de carne bovina mediante alterações na renda e nos preços é determinante para a compreensão e identificação dos padrões de consumo, os quais podem diferir significativamente de acordo com as peculiaridades de uma dada região. Guerra (comunicação pessoal, 2011) relata que apenas 4,59% das alterações no consumo de carne bovina são ocasionadas pela renda e preço no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Já, segundo Viana e Silveira (2007), percebe-se que o preço recebido pelo produtor (PRP) e o pago pelo consumidor (PPC) pela carne bovina, ao longo do ano, está relacionado ao poder aquisitivo da população como importante fator a influenciar o preço do produto. O preço alcança o seu pico no mês de dezembro de 2005, R\$ 5,56, coincidindo assim com a

época em que o consumidor aumenta o seu poder aquisitivo em função do décimo terceiro e, em alguns casos do abono de férias.

Assim, emerge a necessidade da utilização do *marketing* nas cadeias agroalimentares (ABICHT, 2009). O *marketing* possui fundamentação em quatro premissas básicas: a pesquisa, a propaganda, a promoção e a força de vendas. Como técnica, o *marketing* é o modo específico de efetuar a relação de troca, identificação, criação, desenvolvimento e serviço da demanda. Deste modo, seu entendimento deve ir além de uma simples função empresarial, mas igualmente é imprescindível entendê-lo como filosofia do negócio.

Para conhecer melhor o mercado, foi realizado um estudo pelo Sindicato do Comércio Varejistas de Carnes Frescas do Estado de São Paulo (SCVCF), publicado no Relatório 60 Anos de Histórias e Inovações – 1939/1999, sobre o perfil do consumidor de carnes. Conforme o SCVCF os consumidores americanos escolhem a carne, em primeiro lugar pelo sabor (88,0%), seguido pelo valor nutricional (78,0%), segurança (75,0%) e preço (66,0%).

Entretanto, segundo estudo realizado por Kirinus (2011) verificou-se que os consumidores da cidade de Santa Maria, RS, Brasil compram pela seguinte ordem de preferência: sabor (37,4%), preço (31,8%) e maciez (30,8%). Quando os resultados dessas pesquisas são analisados no contexto brasileiro, percebe-se que o conceito de qualidade é bastante variado, e está atrelado a classe média dos estados mais industrializados.

Embrapa (2004) diz:

[...] aqui, os destaques são características regionais: enquanto no Rio Grande do Sul, nove milhões de gaúchos consomem 70 quilos de carne bovina per capita, 35 milhões de nordestinos consomem apenas 5 quilos. No Nordeste é uma preferência pelo boi inteiro, enquanto os gaúchos preferem a costela.

Neste sentido, Grunert et al. (2004) discute as tendências nas atitudes dos consumidores e os estilos de vida no que diz respeito ao consumo de carne. Uma das tendências identificadas é a percepção de qualidade através da relação entre alimentação e saúde, e os interesses pela origem e produção de seus alimentos.

Enfim, percebe-se que os fatores relacionados ao consumo estão intrinsecamente dependentes da renda do consumidor, cultura e estágio de desenvolvimento da sociedade, e por isso a grande diversidade das pesquisas.

## **Maciez e textura: fatores que influenciam a qualidade da carne bovina**

Diversos programas de avaliação genética de bovinos de corte têm sido aplicados no Brasil, principalmente com ênfase às características reprodutivas, de crescimento e de avaliação visual. Características de carcaça, como o grau de textura e maciez não são rotineiramente contempladas nesses programas, provavelmente, em razão das dificuldades de mensuração.

De todos os atributos que contribuem para a qualidade da carne, a textura e maciez são os mais importantes para determinar a aceitabilidade e satisfação do consumidor (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998; RAMOS; GOMIDE, 2007). A maciez, dentre os vários requisitos que compõem a qualidade da carne, é o item de maior variabilidade (WHEELER et al., 2005). Já a textura, pode ser considerada a manifestação das propriedades reológicas da carne, ou seja, a manifestação sensorial da sua estrutura e a maneira com que essa reage à força aplicada durante a mastigação e as outras sensações específicas envolvidas no ato da degustação (RAMOS; GOMIDE, 2007). A maciez é um atributo da textura e, como o próprio nome indica, carnes macias são aquelas que apresentam textura macia e, ou, de pouca resistência ao corte (RAMOS; GOMIDE, 2007). Assim, qualquer fator que contribua para a textura final da carne terá um impacto sobre a sua maciez.

O fator primário na determinação da maciez da carne está na idade de abate do animal. Animais abatidos jovens terão naturalmente uma carne mais macia em relação a animais abatidos mais velhos (BERNARD et al., 2009). Fatores como raça, sexo, dieta alimentar, manejo pré e pós abate, entre outros irão interferir de forma direta ou indireta nas condições fisiológicas dos animais, e esta condição irá influenciar nos mecanismos que atuarão no músculo para a sua transformação em carne (OUALI, 1990).

O amaciamento da carne é um processo que merece grande atenção dos pesquisadores, pois hoje tem crescido muito a exigência dos consumidores por produtos de qualidade. Todo o processo de amaciamento da carne ocorre durante a estocagem refrigerada, ou maturação, e consiste na proteólise dos componentes estruturais das proteínas miofibrilares presente no tecido muscular (BATE; BENDAL, 1949; LOCKER; HAGYARD, 1963; OUALI, 1992; GEESINK et al., 1995).

De modo geral, as carnes são compostas de quatro tipos básicos de tecidos: tecido muscular, tecido conjuntivo, tecido epitelial e tecido nervoso (LUCHIARI FILHO, 2000; SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007). As enzimas proteolíticas atuam ocasionando algumas alterações no tecido muscular como a degradação e enfraquecimento gradual da linha

Z (conduz à degradação das miofibrilas), desaparecimento da troponina T, degradação das proteínas estruturais do tecido muscular (desmina e nebulina) (ALVES et al., 2005). Essas alterações causam a diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne (KOOHMARAIE, 1994).

Segundo Goll et al. (2003) existem três sistemas enzimáticos responsáveis pela proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas: o sistema das catepsinas, o complexo multicatalítico de proteases (MCP) e o sistema enzimático das calpaínas ou proteínase dependente de cálcio descoberto em 1970 por Busch et al. (1972). Todas as células de mamíferos contêm um sistema proteolítico dependente de cálcio, composto pela protease endógena calpaína e seu inibidor, a calpastatina (LEE et al., 2000). Assim, a calpastatina é o inibidor da ação da calpaína durante o processo de proteólise *post-mortem* (KOOHMARAIE, 1996; ALVES et al., 2005; CASAS et al., 2006; GEESINK, 2006).

Existem duas isoformas de calpaínas mais conhecidas, sendo a definição dada pela quantidade de cálcio livre necessária para sua ativação, podendo as duas estarem presentes em uma mesma célula, são elas:

1) proteinase ativada por concentração micromolar de cálcio (1 a 10 $\mu$ M),  $\mu$ -calpaína (microcalpaína) ou calpaína tipo I, é ativada quando o pH decai de 6,8 para aproximadamente, 5,7;

2) proteinase ativada por concentração milimolar de cálcio (50 a 70mM), m-calpaína (milicalpaína) ou calpaína tipo II, é ativada quando o pH está em torno de 5,7 e é responsável pela continuidade do processo de amaciamento, estando ativa em torno das 16 horas post-mortem e assim permanecendo por longos períodos (GOLL et al. 1992; KOOHMARAIE, 1996).

Desta forma, o modelo proposto por Dransfield (1993) vem confirmar que a inibição das calpaínas pela ação da calpastatina e a inativação de calpaínas e calpastatinas por autólise, ocorre na medida em que se dá o amaciamento da carne.

Segundo Rübensam et al. (1998) a determinação de uma unidade de atividade de m-calpaína é definida como a quantidade de enzima que hidrolisa caseína provocando aumento de uma unidade (1,0) de absorvância (278nm) nas condições do ensaio. Uma unidade de calpastatina é definida como a quantidade que inibe uma unidade de m-calpaína.

Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia post-mortem são menos macias, ou seja, necessitam de maior força para serem cortadas (RÜBENSAM et al., 1998). A carne de zebuínos é menos macia que a carne de taurinos em virtude da proteólise reduzida

das proteínas miofibrilares associada à alta atividade de calpastatina no tecido muscular (NORMAN, 1982; CROUSE et al., 1993; SHACKELFORD et al., 1994).

Também segundo Culler et al. (1978) a maciez no músculo *Longissimus dorsi* é altamente correlacionada com o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) decorrente da quantidade de proteólise miofibrilar que ocorre no músculo; neste mesmo estudo a quantidade de calpastatina foi 81% maior nos animais não castrados que nos castrados.

Enfim, são inúmeros os fatores que afetam a maciez e textura da carne bovina, desde a ação de sistemas enzimáticos proteolíticos no tecido muscular, bem como todo o sistema pré e pós-abate, transporte, armazenamento, refrigeração, características genéticas do animal, bem-estar animal e preparação do produto a ser consumido.

### **Considerações Finais**

Tendo em vista as dificuldades encontradas para se entender todo o processo bioquímico no qual estão envolvidas a ativação de enzimas proteolíticas e a degradação das proteínas miofibrilares, os métodos moleculares vêm conquistando espaço neste contexto (PAGE et al., 2002; PAGE et al., 2004).

A partir da descoberta da estrutura molecular dos ácidos nucléicos: ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA) e do melhor entendimento dos processos de replicação, transcrição e tradução de genes na biologia molecular; vários métodos *in vitro* foram desenvolvidos para simular estes processos, permitindo a análise do DNA com o objetivo de identificar e caracterizar os polimorfismos (ZAHA et al., 2003). Dentro da genética moderna, o gene é uma sequência de nucleotídeos do DNA que pode ser transcrita em uma versão de RNA, caracterizando uma unidade fundamental da hereditariedade, e a expressão desses genes depende de fatores ambientais e genéticos (CASSAR-MALEK et al., 2008).

Até há pouco tempo, pensava-se que os genes celulares eram compostos por arranjos contínuos de nucleotídeos. Somente em 1977 descobriu-se a existência de genes interrompidos. Assim, quando se analisava o DNA, percebia-se que o gene possuía mais nucleotídeos do que aqueles encontrados no *mRNA*, que são necessários para a produção de proteínas. Atualmente, sabe-se que os transcritos primários de RNA contêm a cópia de toda sequência presente no DNA e que algumas partes dessa sequência são recortadas dessa molécula de forma a produzir o RNA funcional. As sequências que são retiradas do transcrito

primário foram chamadas de íntrons e aquelas que permaneceram como parte do RNA funcional, exons (ZAHA et al., 2003).

Em biologia molecular, a partir da técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizada tanto para detecção do nível de expressão de genes, como também para a seleção de marcadores moleculares (toda e qualquer característica herdável presente no DNA e que diferencia dois ou mais indivíduos) permitiu-se a automação e a simplificação das etapas de obtenção dos padrões moleculares (CASSAR-MALEK et al., 2008). Nessa técnica, fragmentos de DNA específicos são replicados *in vitro* e este processo resulta na produção de milhares de cópias da seqüência desejada, em quantidade suficiente para permitir a visualização do DNA, sem a necessidade de métodos indiretos. Ainda, pode-se ressaltar a importância da análise de marcadores de polimorfismos de um nucleotídeo (*single nucleotide polymorphism* ou SNPs).

Segundo White et al. (2005), o gene da calpaína (*capn1*) humana contém 22 exons com aproximadamente 30 Kb, e é muito semelhante ao de bovinos. Diversos marcadores moleculares foram desenvolvidos e patenteados a partir do gene da calpastatina (*cast*) (BARENDSE, 2002). Também foram desenvolvidos marcadores da calpaína (316, 530, 4751) relacionados ao processo de seleção hereditária (PAGE et al., 2002; CASAS et al., 2005; CASAS et al., 2006), em que a utilização de marcadores moleculares para identificação do gene *capn1* em *Bos indicus* e *Bos taurus* demonstrou um alto nível de significância com a força de cisalhamento da carne bovina (WHITE et al., 2005).

Entretanto, Frylinck et al. (2009) afirma que os marcadores 316 e 530 da calpaína podem ser usados como guia de seleção em *Bos taurus*, mas não apresentam altas frequências em bovinos da raça Brahman (*Bos indicus*). Já White et al. (2005) mostrou que o marcador de maciez 4751 tem relação tanto para *Bos taurus* e *Bos indicus* assim como para seus descendentes híbridos, e conclui que os marcadores 316 e 4751 são geralmente preferidos como uma ferramenta para guiar a seleção, porque mostram a associação de maciez em uma grande variedade de populações quando comparados ao marcador 530.

Também já foram relatados genes como *dnaja1* que tem uma forte relação negativa com a maciez, responsável por 63% da variabilidade. Este gene codifica uma chaperona, que por sua vez apresenta grande influência na maciez da carne bovina, classificada como uma família de proteínas conservadas (chaperoninas) responsáveis pela manutenção de funções celulares essenciais a vida, como o empacotamento protéico e apoptose celular. As chaperoninas da família *HSP*, como as *HSP40* e *HSP70*, são proteínas de choque térmico associadas ao estresse e condições ambientais, também conhecidas como *heat shock proteins*

(FINK, 1999; OUALI et al., 2006). Finalmente, outra chaperona, a  $\alpha$ B-cristalina codificada pelo gene *cryab*, relacionada com a proteção dos filamentos intermediários, estabilização e proteção das proteínas, impedindo a agregação irreversível (BERNARD et al., 2007).

Neste sentido, é importante manter-se atualizado com as pesquisas globais nessa área, buscando uma aplicação prática desses estudos a fim de caracterizar e controlar melhor a carne bovina produzida. Os métodos moleculares constituem-se numa alternativa à caracterização fenotípica tradicional, que muitas vezes apresentam subjetividade nos resultados.

A maciez e textura da carne bovina são consideradas fatores estratégicos para garantir a estabilidade e expansão dos mercados. Por esse motivo, é importante que a qualidade final da carne seja resultado de todos os processos adequados que ocorrem com o animal durante toda a cadeia produtiva, desde os procedimentos de transporte, armazenamento, manipulação, exposição até o preparo da carne. Outrossim, a caracterização molecular da carne bovina produzida pode promover a ampliação de mercados produtores e consumidores, visto que as carnes com melhor qualidade poderão ser comercializadas em mercados consumidores de maior exigência, comprovando a qualidade obtida no frigorífico a partir dos parâmetros zootécnicos aplicados no campo.

Atualmente, são estudados distintos fatores que influenciam na maciez e textura da carne bovina, e sugerem a causa da variabilidade genética destas características. No entanto, faz-se necessário a aplicação dos trabalhos com resultados positivos já realizados, tendo vista à utilização de tecnologias pré e pós-abate que minimizem os prejuízos econômicos e possibilitem o melhor aproveitamento do produto cárneo.

De modo geral, pode-se concluir que a bovinocultura de corte é um dos setores que mais cresce na economia brasileira, impulsionada pelo crescimento da renda e amparada pela mudança estrutural e tecnológica. No entanto, são necessários investimentos contínuos em aspectos sanitários, inocuidade dos alimentos de origem animal, inspeção, biossegurança e bem-estar animal para melhorar a produtividade e garantir uma adequada sustentabilidade no futuro.

### Referências Bibliográficas

ABICHT, A. M. **Percepções dos consumidores locais sobre a carne bovina certificada e rastreada.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

BARENDSE, W. DNA markers for meat tenderness. International patent application PCT/AU02/00122. **International patent publication**, WO 02/064820 A1. 2002.

BATE, S. E. C.; BENDALL, J. R. Factors determining the time course of rigor mortis. **The Journal of Physiology**, v. 110, p. 47-65, 1949.

BERNARD, C. et al. New indicators of beef sensory quality revealed by expression of specific genes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5229-5237, 2007.

BERNARD, C. et al. Changes in muscle gene expression related to metabolism according to growth potential in young bulls. **Meat Science**, v. 82, p. 205-212, 2009.

BUSCH, W. A. et al. Molecular properties of postmortem muscle. Isometric tension development and decline in bovine, porcine and rabbit muscle. **Journal of Food Science**, v. 37, p. 289-299, 1972.

CASAS, E. et al. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 13-19, 2005.

CASAS, E. et al. Effects of *calpastatin* and  $\mu$ -*calpain* markers in beef cattle on tenderness traits. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 520-525, 2006.

CASSAR-MALEK, I. et al. Application of gene expression studies in livestock production systems: a European perspective. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 701-710, 2008.

CROUSE, J. D. et al. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Beef Research**, n. 4, p. 125-127, 1993.

CULLER, R. D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine Longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1777, 1978.

CURI, R. A. et al. Genetic polymorphisms related to meat traits in purebred and crossbred Nelore cattle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1660-1666, 2009.

DRANSFIELD, E. Modeling postmortem tenderization. IV - Role of calpain and calpastatin in conditioning. **Meat Science**, v. 34, n. 2, p. 217- 234, 1993.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Iniciando um pequeno negócio agroindustrial: processamento da carne bovina. Embrapa Gado de Corte, Serviço Brasileiro de

Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, DF, Brasil. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004. 184p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banco de Notícias Embrapa Gado de Corte - 15 de março de 2007. **Pasto bem manejado resulta ganhos em produtividade animal**. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15032007\\_dinapec.htm](http://www.cnpqg.embrapa.br/index.php?pagina=bancodenoticias/15032007_dinapec.htm)>. Acesso em: 15 out. 2011.

FINK, A. L. Chaperone-mediated protein folding. **Physiology review**, v. 79, n. 2, p. 425-442, 1999.

FRYLINCK, L. et al. Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, v. 83, p. 657-665, 2009.

GEESINK, G. H.  $\mu$ -Calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins 1,2. **Journal Animal Science**, v. 84, p. 2834-2840, 2006.

GEESINK, G. H. et al. Determinants of Tenderisation in Beef *Longissimus dorsi* and *Triceps brachii* Muscles. **Meat Science**, v. 41, n. 1, p. 7-17, 1995.

GOLL, D. E. et al. Role of the calpain system in muscle growth. **Biochimie**, v. 74, p. 225-237, 1992.

GOLL, D. E. et al. The Calpain System. **Physiological Reviews**, v. 83, p. 731-801, 2003.

GRUNERT, K. G. et al. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector - A review. **Meat Science**, v. 66, p. 259-272, 2004.

GUERRA, R. J. Submissão de artigo científico “Análise da elasticidade da demanda por carne bovina em Santa Maria-RS” [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <[renata.objetivajr@yahoo.com.br](mailto:renata.objetivajr@yahoo.com.br)>. Acesso em: 16 out. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sala de Imprensa: Pesquisas Trimestrais do Abate de Animais, do Leite, do Couro e da Produção de Ovos de Galinha**. 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1789&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1789&id_pagina=1)>. Acesso em: 24 out. 2011.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. 2008. Disponível em: <[http://www.ibope.com.br/opiniao\\_publica/downloads/ibope\\_inteligencia\\_wwf\\_jun06.pdf](http://www.ibope.com.br/opiniao_publica/downloads/ibope_inteligencia_wwf_jun06.pdf)>. Acesso em: 17 ago. 2011.

KIRINUS, J. K. **Caracterização do consumo e emprego de técnicas moleculares na detecção da maciez da carne bovina**. 2011. 49f. Tese (Qualificação de doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. 2011.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v. 36, n. 3, p. 93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v. 43, p. 193-201, 1996.

LEE, S. et al. Effect of ion fluid injection on beef tenderness in association with calpain activity. **Meat Science**, v. 56, p. 301-310, 2000.

LOCKER, R. H.; HAGYARD, C. J. A cold shortening effect in beef muscles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 787-793, 1963.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: Luchiari Filho, 2000. 135p.

MACHADO, L. V. N. **A posição competitiva do Brasil no mercado internacional de carne bovina**: uma aplicação do método *Constant-Market-Share*, 1995-2003. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade da Amazônia, Belém, 2005.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro**: Uma Oportunidade de Investimentos. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 19 set. 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Bovinos e Bubalinos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>>. Acesso em: 15 out. 2011.

MELLO, R. O. **Eficiência produtiva e econômica, características da carcaça e qualidade da carne de bovinos mestiços confinados e abatidos com diferentes pesos corporais**. 2007. 147f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2007.

NORMAN, G. A. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-east Brazil: Part 3 – Meat Quality. **Meat Science**, v. 6, n. 2, p. 79-96, 1982.

OUALI, A. Meat tenderization: possible causes and mechanisms. **Journal Muscle Foods**, v. 1, p. 129-165, 1990.

OUALI, A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. **Biochimie**, v. 74, p. 251- 265, 1992.

OUALI, A. et al. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. **Meat Science**, v. 74, p. 44-58, 2006.

PAGE, B. T. et al. Evaluation of single nucleotide polymorphisms in *CAPN1* for association with meat tenderness in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 3077-3085, 2002.

PAGE, B. T. et al. Association of markers in the bovine *CAPN1* gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3474–3481, 2004.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Minas Gerais: UFV, 2007. 599 p.

RÜBENSAM, J. M. et al. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Estrutura da Carne. In: **Boletim Técnico** - PIE-UFES:01807 - Editado: 22/06/2007, Espírito Santo: UFES, 2007. Disponível em: <[http://www.agais.com/telomc/b01807\\_estrutura\\_carne.pdf](http://www.agais.com/telomc/b01807_estrutura_carne.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2010.

SHACKELFORD, S. D. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 857-863, 1994.

SILVA, R. A. M. S. Porque estudar o comportamento do consumidor de carnes? **Informativo da Cadeia da Carne Bovina do Pantanal Mato-Grossense**, n. 4, p. 01-04, 2009.

TRICHOPOULOU, A.; NASKA, A.; COSTACOU, T. Disparities in food habits across Europe. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, p. 553-558, 2002.

USDA. United States Department of Agriculture. Production, supply and distribution online. Reports. Livestock. **Cattle selected countries summary**. Washington, D.C., 2010. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Cattle+Summary+Selected+Countries&hidReportRetrievalID=1648&hidReportRetrievalTemplateID=7>>. Acesso em: 06 out. 2010.

USDA. United States Department of Agriculture. **Livestock an Poultry: Word Markets and Trade**. Washington, D.C., 2011. Disponível em: <[http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2011.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. A relação entre o preço pago pelo consumidor de carne bovina em Santa Maria e o recebido pelo produtor de gado de corte no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, jul-ago, 2007.

WHEELER, T. L., et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 196-207, 2005.

WHITE, S. N. et al. A new SNP in *CAPN1* is associated with tenderness in cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2001-2008, 2005.

ZAHA, A. et al. **Biologia Molecular Básica**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2003. 331 p.

## VITA

Jackeline Karsten Kirinus, filha de Glademar Dornelles Kirinus e Margareth Karsten Kirinus. Atualmente, nascida no dia 06 de novembro de 1984 na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), Brasil. Estudou o primeiro grau no Colégio Marista Santa Maria, na cidade de Santa Maria, e o segundo grau no Colégio Riachuelo, localizado na mesma cidade.

Em 2002, ingressou no curso de graduação em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Santa Maria, concluindo em 2007. Realizou mestrado em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Federal de Santa Maria (2008 – 2010), Especialização pelo Programa especial de graduação de formação de professores para educação profissional na Universidade Federal de Santa Maria (2010 – 2011) e Doutorado (2010 – 2013) no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria. Neste período (setembro de 2011 a agosto de 2012), realizou Estágio de Doutorado Sanduíche no Exterior (CAPES\_PDSE) na cidade de Zaragoza, Espanha.

No período de setembro de 2009 a agosto de 2010, após a aprovação em teste seletivo da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil para o provimento de cargo de professor auxiliar nível 01, ministrou as seguintes disciplinas em 2009/2: Fundamentos de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia para a Odontologia; Microbiologia Oral para Odontologia; Biossegurança para Odontologia; Fundamentos de Microbiologia e Imunologia para Zootecnia. Disciplinas ministradas em 2010/1: Fundamentos de Microbiologia Geral para Farmácia; Fundamentos de Microbiologia Industrial para Química Bacharelado e Química industrial; Fundamentos de Microbiologia e Imunologia para Terapia Ocupacional; Fundamentos de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia para a Odontologia; Processos Gerais de Agressão e Defesa do Organismo para Medicina. Disciplinas ministradas em 2010/2: Processos Gerais de Agressão e Defesa do Organismo para Medicina; Microbiologia Geral para Medicina Veterinária.

Atualmente (julho de 2013), desempenha atividades na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) ministrando as disciplinas de Doenças infecto-contagiosas, Epidemiologia e Saúde Pública no curso de graduação em Medicina Veterinária.