

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FATORES ASSOCIADOS À INJÚRIA MUSCULAR EM
BOVINOS ABATIDOS E SUAS RELAÇÕES COM ENZIMAS
SÉRICAS E QUALIDADE DA CARÇAÇA**

Leandro Del Grande Cláudio

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Luiz Francisco Prata

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**FATORES ASSOCIADOS À INJÚRIA MUSCULAR EM
BOVINOS ABATIDOS E SUAS RELAÇÕES COM ENZIMAS
SÉRICAS E QUALIDADE DA CARCAÇA**

Leandro Del Grande Cláudio

Orientador: Prof. Dr. Luiz Francisco Prata

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Medicina Veterinária Preventiva).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Agosto de 2012

C615f Cláudio, Leandro Del Grande
Fatores associados à injúria muscular em bovinos abatidos e suas relações com enzimas séricas e qualidade da carcaça/ Leandro Del Grande Cláudio. – – Jaboticabal, 2012
xiii, 66 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Luiz Francisco Prata
Banca examinadora: Luiz Francisco Prata, Elizabete Regina Leone Pelicano, Maria Stella Beregeno Lemos de Melo Saab
Bibliografia

1. Contusões. 2. Qualidade de carcaça. 3. Enzimas Séricas. 4. Manejo pré-abate 5. Abate. 6. Bovinos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:614.31:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
e-mail: leandroclaudio@gmail.com

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LEANDRO DEL GRANDE CLÁUDIO – Natural de Sertãozinho – SP, nascido em 15 de setembro de 1983. Ingressou no curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, em 2003, graduando-se em agosto de 2008 após estágio curricular em pesquisa desenvolvido junto ao PENSA - Centro de Conhecimentos em Agronegócios – FEA/USP. Em 2010, iniciou o curso de Mestrado no programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, com bolsa CAPES.

“A compreensão humana não é um exame desinteressado, mas recebe infusões da vontade e dos afetos; disso se originam ciências que podem ser chamadas “ciências conforme a nossa vontade”. Pois um homem acredita mais facilmente no que gostaria que fosse verdade. Assim, ele rejeita coisas difíceis pela impaciência de pesquisar; coisas sensatas, porque diminuem a esperança; as coisas mais profundas da natureza, por superstição; a luz da experiência, por arrogância e orgulho; coisas que não são comumente aceitas, por deferência à opinião do vulgo. Em suma, inúmeras são as maneiras, e às vezes imperceptíveis, pelas quais os afetos colorem e contaminam o entendimento.”

Francis Bacon, *Novum organon* (1620)

Dedico...

*À Marina, minha sobrinha querida,
por mostrar a beleza da vida, fazendo
tudo mais parecer pequeno e simples,
quando tudo que se mais busca é
apenas continuar seguindo em
frente...*

“...E não há melhor resposta
que o espetáculo da vida:
vê-la desfiar seu fio,
que também se chama vida,
ver a fábrica que ela mesma,
teimosamente, se fabrica,
vê-la brotar como há pouco
em nova vida explodida;
mesmo quando é assim pequena
a explosão, como a ocorrida..”

João Cabral de Melo Neto,
Morte e Vida Severina (1966)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Prata, por todos os ensinamentos acadêmicos e pessoais que me guiaram e deram forças para conseguir realizar alguns sonhos e fazer-me não desistir dos demais.

Ao Departamento de Medicina Veterinária Preventiva pela confiança em mim depositada para o ingresso no programa de pós-graduação.

À Cidinha, pela ajuda e apoio por todo esse tempo do trabalho.

A todos os funcionários do Frigorífico Minerva que colaboraram para a realização do experimento.

Aos técnicos do Laboratório de Apoio à Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP de Jaboticabal, Renata, Cláudia e Paulo pela colaboração e orientação no processo das análises laboratoriais.

Ao Prof. João Ademir, pela grande ajuda na análise estatística dos dados do trabalho.

À Prof^a. Maria Stella e Prof^a. Elizabete pela participação na comissão examinadora, tendo contribuído com preciosas sugestões.

Aos meus pais, minha irmã e minha namorada pelo apoio incondicional em todas as horas dessa fase da vida.

Aos meus melhores amigos, pela amizade e bons momentos de toda a vida.

À CAPES, pelo auxílio financeiro.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Lesões Musculares	4
2.2 Enzimas Séricas – Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH)	5
2.3 Qualidade de Carne	12
2.4 Manejo, Transporte e Bem-Estar Animal	16
2.5 Sistemas de Produção	18
2.6 Classe Sexual	20
3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivo Geral	24
3.2. Objetivos Específicos	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29

	VII
5.1 Contusões Musculares	29
5.1.1 Grau de Severidade e Frequência da Ocorrência	29
5.1.2 Localização das contusões	36
5.2 Enzimas Séricas	40
5.3 pH	46
5.4 Correlação entre lesões, enzimas séricas e pH	52
6. CONCLUSÕES	54
7. REFERÊNCIAS	55

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Atividades normais das enzimas plasmáticas creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e aspartato aminotransferase (LDH) para bovinos (UI/L). 12
- Tabela 2.** Média de idade e distância de transporte dos bovinos utilizados no experimento de acordo com sistema de terminação (pasto e confinamento) e classe sexual (macho e fêmea). 28
- Tabela 3.** Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade na amostragem total (n=160). 29
- Tabela 4.** Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos sistemas de terminação a pasto (n=80) e em confinamento (n=80). 32
- Tabela 5.** Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos machos (n=80) e nas fêmeas (n=80). 33
- Tabela 6.** Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos machos de pasto (n=40), machos de confinamento (n=40), fêmeas de pasto (n=40) e fêmeas de confinamento (n=40). 35
- Tabela 7.** Número de lesões em carcaças bovinas e seu respectivo percentual relativo, de acordo com sua localização nas hemicarcaças. 38
- Tabela 8.** Número de lesões em carcaças bovinas e seu respectivo percentual relativo, de acordo com sua localização nas hemicarcaças em sistema de terminação (pasto e confinamento) e classe sexual (macho e fêmea). 39
- Tabela 9.** Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos expressa em UI/L. 41

Tabela 10. Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos terminados em pasto e em confinamento expressa em UI/L. 43

Tabela 11. Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos machos e fêmeas expressa em UI/L. 44

Tabela 12. Valores médios de pH post-mortem determinados no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o tempo pós abate. 46

Tabela 13. Valores médios, mínimos e máximos do pH₂₄ do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o sistema de terminação (pasto e confinamento) e a classe sexual (macho e fêmea). 48

Tabela 14. Valores médios, mínimos e máximos do pH₂₄ do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o sistema de terminação (pasto e confinamento) e a classe sexual (macho e fêmea). 51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Representação esquemática da distribuição de resultados para uma análise enzimática ilustrativa segundo KEER (2002). 7
- Figura 2.** Número de bovinos abatidos no Brasil entre os anos de 2003 e 2011. 22
- Figura 3.** Agrupamento dos bovinos em sistemas de terminação e classe sexual. 25
- Figura 4.** Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça na amostragem total (N=160). 31
- Figura 5.** Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, terminados em pasto (n=80) e em confinamento (n=80). 32
- Figura 6.** Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, em machos (n=80) e em fêmeas (n=80). 34
- Figura 7.** Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, em machos de pasto (n=40), fêmeas de pasto (n=40), machos de confinamento (n=40) e fêmeas de confinamento (n=40). 36
- Figura 8.** Hemicarças divididas em cortes primários. 37
- Figura 9.** Média de atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em diferentes sistemas de terminação (pasto e confinamento). 44
- Figura 10.** Média de atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em diferentes classes sexuais (macho e fêmea). 45
- Figura 11.** Distribuição dos valores de pH₂₄ avaliados no músculo *Longissimus dorsi* em carcaças de bovinos para a amostragem total (n=160). 48

- Figura 12.** Distribuição do pH_{24} no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos terminados em pasto (n=80) e em confinamento (n=80). 49
- Figura 13.** Distribuição do pH_{24} no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos machos (n=80) e fêmeas (n=80). 51
- Figura 14.** Distribuição do pH_{24} no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos machos de confinamento (n=40), fêmeas de confinamento (n=40), machos de confinamento (n=40) e fêmeas de confinamento (n=40). 52
- Figura 15.** Valores de r para as correlações determinadas entre as diferentes variáveis pelo método de Pearson. 53

FATORES ASSOCIADOS À INJÚRIA MUSCULAR EM BOVINOS ABATIDOS E SUAS RELAÇÕES COM ENZIMAS SÉRICAS E QUALIDADE DA CARÇAÇA

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo relacionar elementos qualitativos e quantitativos do pré-abate e abate de bovinos que pudessem caracterizar situação ou evolução desses, visando às boas práticas agropecuárias e as condições de bem-estar animal e suas possíveis consequências. Para isso foram monitorados os seguintes aspectos: lesões musculares visíveis nas carcaças quanto a sua localização e seu grau de severidade; atividade de enzimas séricas músculo específicas indicativas de lesão (CK, AST, LDH) e, finalmente, a evolução do pH *post mortem* das carcaças. Esses parâmetros foram avaliados em diferentes sistemas de terminação de bovinos (animais oriundos de pasto ou confinamento) e classes sexuais (machos ou fêmeas). Foi constatada ao menos uma contusão em 58,1% das carcaças, sendo 96,11% de grau I, sendo o grupo das fêmeas o mais afetado, com 81,3%. De maneira geral, as enzimas séricas mostraram-se elevadas quando comparadas aos valores de referência utilizados, principalmente CK e LDH. Os animais de pasto apresentaram valores de enzimas significativamente maiores que os de confinamento e as fêmeas maiores valores de CK comparadas aos machos. O pH mostrou-se comparativamente maior nos animais de pasto e nos machos.

Palavras-chave: contusões, qualidade de carcaça, enzimas séricas, manejo pré-abate, abate, bovinos

DETERMINANTS OF MUSCLE INJURY IN CATTLE SLAUGHTERED AND ITS RELATIONS WITH SERUM ENZYMES AND QUALITY OF CARCASS

Abstract - This study aimed to relate qualitative and quantitative elements of the pre-slaughter and slaughter of cattle that could characterize the situation and evolution of these in order to good farming practices and the conditions of animal welfare and its possible consequences. For this it was monitored the following: muscle injuries visible on the carcasses as its location and its severity; activity of specific serum enzymes indicative of muscle damage (CK, AST, LDH) and, finally, the evolution of post mortem pH of carcasses . These parameters were evaluated in different cattle feeding production systems (cattle from pasture or feedlot) and sex classes (male or female). It has been found at least one injury in 58.1% of the carcasses, and 96.11% grade I, being the group most affected females, with 81.3%. In general, the serum enzymes were high compared to the reference values are used, primarily CK and LDH. Animals from pasture showed significantly higher values of enzymes that feedlot and higher values of CK in females compared to males. The pH was found to be comparatively higher in grazing animals and in males.

Keywords: bruising, carcass quality, serum enzymes, handling pre-slaughter, slaughter, cattle

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva de carne bovina no Brasil tem papel de destaque na economia nacional e consolidou o País como um dos grandes líderes no mercado mundial de proteína animal. Junto com a laranja, o café e a soja são os alimentos brasileiros com maior volume de produção e exportação no mercado internacional. O País possui o maior rebanho comercial do mundo, é o maior produtor mundial de carne bovina, com cerca de 9,2 milhões de toneladas, e é um dos maiores exportadores mundiais do alimento, ficando atrás apenas da Índia e da Austrália, segundo previsão do USDA (United States Department of Agriculture) para o ano de 2012.

Apesar da grande relevância, os elos dessa cadeia apresentam importantes problemas de coordenação, advindos de fatores como a cultura do produtor rural, os limites na implementação da legislação sanitária, a capacidade de intervenção dos órgãos sanitários responsáveis, as diferenças tecnológicas, econômicas e sociais entre as diferentes regiões do Brasil e, sobretudo, os diferentes níveis de profissionalização do setor.

O Brasil, por sua enorme representatividade no comércio internacional de carne bovina, atinge mercados importantes e estratégicos que exigem alimentos seguros, de qualidade reconhecida e proveniente de sistemas de produção sustentáveis. Para fazer frente a tais requisitos, faz-se necessário a utilização de programas para o gerenciamento de qualidade, tais como o APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) e o BPA (Boas Práticas Agropecuárias).

Um dos problemas reconhecidos de qualidade na cadeia produtiva da carne são as lesões musculares na carcaça, logo, têm sido objeto de vários estudos em diversos países, pois representam perdas quantitativas e qualitativas para a indústria e, principalmente, para o produtor. De acordo com uma auditoria realizada por NICHOLSON (2008) nos EUA, a “National Market Cow and Bull Beef Quality Audit

2007”, na qual foram observadas aproximadamente 5.000 carcaças bovinas, foram encontradas contusões em 63,4% destas, com graus de severidade variados.

GARCIA et al. (2008), através do “National Beef Quality Audit – 2005”, em uma amostragem maior, investigaram 49.330 animais, tendo encontrado contusões em 35,2% das carcaças. De acordo com investigação realizada em 1992, chegou-se à estimativa de que as contusões custam, para a indústria dos EUA, \$1,00 por animal comercializado, ou seja, as perdas econômicas representam milhões de dólares a cada ano. GRANDIN (2001) relatou que, quando os animais são manejados de forma incorreta, pode haver um prejuízo de \$100,00 a cada 100 cabeças bovinas e concluiu que a indústria de alimentos perde \$46 milhões anualmente devido a contusões em carcaças de bovinos e suínos.

A contusão pode ser diretamente diagnosticada pela alteração da coloração da área lesionada na carcaça através de observação macroscópica, no entanto, na maior parte das lesões essa constatação só pode ser efetuada no período *post mortem*, já que no animal vivo muitas vezes não se observam danos às camadas mais superficiais da pele.

Outro modo de avaliar indiretamente o comprometimento e consequências desses danos na carcaça e que se constitui umas das hipóteses alvo deste estudo baseia-se na determinação de enzimas séricas específicas de alguns tecidos, como os músculos esqueléticos. As enzimas de maior interesse para o diagnóstico específico de lesões musculares em bovinos são a Creatina Quinase (CK), a Aspartato Aminotransferase (AST) e a Lactato Desidrogenase (LDH).

Além das perdas decorrentes de contusões e hematomas, o estresse vivenciado por esses animais durante o manejo pré-abate, na propriedade ou em abatedouros mal planejados, influenciam no pH *post mortem* da carcaça, alterando características funcionais da carne. No mercado de carne bovina a principal preocupação relacionada ao pH se dá em decorrência da necessidade da chamada “maturação sanitária” pela qual o pH deve cair a valores menores que 6,0 para garantir a inativação do vírus da

Febre Aftosa – uma condição para o mercado exportador, e do aparecimento dos cortes de carne escura (dark cuts), à semelhança da condição da chamada carne DFD (escura, firme e seca), causando, assim como as próprias lesões, grandes perdas econômicas.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo associar elementos qualitativos e quantitativos do pré-abate, categoria e classe sexual dos animais e dos sistemas de terminação à monitoração da ocorrência e gravidade das lesões diagnosticadas durante o abate com os possíveis reflexos gerais que puderem ser constatados por meio das variações dessas enzimas no sangue dos animais amostrados e à qualidade da carcaça.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Lesões Musculares

Segundo definição de STEDMAN (2003), uma contusão é uma lesão que provoca hematoma ou extravasamento difuso do sangue sem ruptura da pele. BLANCHARD et al. (1999) definiram tais alterações como sendo a descoloração e a hemorragia presente no local da injúria, que pode comprometer a carcaça e reduzir seriamente o valor de importantes cortes comerciais. De acordo com a FAO (2001) Ela é causada por golpe ou impacto físico de pedras, chifres, projeções de metal, queda do animal, entre outros, podendo ocorrer a qualquer momento durante apartação, manejo, transporte ou insensibilização.

Prejuízos devido às contusões devem-se a não aceitabilidade da carne por parte do consumidor, à inadequação para o processamento ou manufatura, à decomposição acelerada, já que o sangue ali depositado torna-se um meio ideal para o crescimento de bactérias, e à condenação pela inspeção pelas razões supracitadas FAO (2001).

Essas lesões causam danos aos músculos e levam à liberação de enzimas na corrente sanguínea. Como resultado, nas primeiras 12 horas após a injúria, a contusão é vermelho brilhante, em 24 horas torna-se vermelho-escura e de 24 a 36 horas ela perde consistência e torna-se aquosa com coloração vermelho-alaranjada, entretanto as contusões sofridas pelos bovinos no período *ante mortem*, durante a fase de pré-abate, geralmente não são visíveis no animal vivo devido à espessura da pele, sendo apenas detectadas em exame *post mortem* das carcaças (STRAPPINI et al., 2009).

As contusões nos animais de produção podem resultar em perdas econômicas para a indústria da carne, têm impacto negativo na qualidade do produto e constituem um indicador de problemas de bem-estar animal durante o manejo pré-abate. As contusões podem ocorrer na fazenda, durante o transporte e nos abatedouros frigoríficos (JARVIS et al., 1995). No caso de bovinos a carcaça possui um valor

individual alto, isso significa que mesmo uma baixa incidência de problemas tem um forte impacto no rendimento final (MARÍA, 2008).

Paradoxalmente, ROGERS et al. (1992; 1993), avaliaram que, embora a incorporação de carne lesionada em produtos cárneos seja condenada pelos regulamentos de higiene em vários países, a comparação de suas propriedades microbiológicas e tecnológicas com aquelas de tecidos não lesionados não revelaram diferenças.

Em estudo conduzido por ANDRADE et al. (2008) foram avaliadas 121 carcaças bovinas abatidas no Pantanal Sul Mato-grossense sendo observado que, 102 (84,3%) tiveram uma ou mais lesões, totalizando 270 lesões, que resultaram na remoção de 56,1kg de carne, com média geral de 0,5 kg por animal. Em estudo semelhante, ALMEIDA (2005) verificou uma média de 70% de contusões nos animais monitorados abatidos em abatedouro frigorífico da região de Barretos-SP, com peso médio de 147,11 g retirados de cada animal devido a lesões nas carcaças, o que representou 34.953,34 kg de perdas de carne ao ano.

Indicadores de bem-estar durante o manejo na propriedade e transporte podem incluir a quantificação de injúrias, contusões, mortalidade, morbidade e qualidade da carcaça e da carne (BROOM, 2000; SMITH et al., 2004) além de torções, cicatrizes, ossos fraturados e a incidência anormal do pH da carne (GRANDIN, 2000).

2.2. Enzimas Séricas – Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH)

As enzimas séricas indicativas de lesões musculares são proteínas encontradas principalmente no interior de células da musculatura esquelética. Após lesão muscular ou estresse físico estas células podem romper-se deixando extravasar seu conteúdo para a corrente sanguínea, aumentando assim os níveis dessas enzimas no sangue, e, conseqüentemente, sua atividade plasmática.

As injúrias causadas às estruturas das fibras dos músculos esqueléticos podem ser documentadas através do ponto de vista histológico, por indicadores bioquímicos, ou, de modo não invasivo, usando técnicas de imagem, como ressonância magnética ou ultrassonografia. Contudo, algumas dessas técnicas são pouco acessíveis para a rotina de diagnósticos. A mensuração da atividade plasmática ou a concentração de certas proteínas são os métodos mais comuns para a determinação de injúrias fibromusculares no ser humano e em outras espécies animais, principalmente dentro da fisiopatologia esportiva (PREEDY & PETERS, 2002).

No processo de mensuração das enzimas séricas os resultados não são expressos em concentração, mas, sim, em atividade sérica. Basicamente, é uma medição de quão rápido a enzima na amostra pode converter o substrato em produto em uma análise com condições padronizadas. A unidade internacional (UI) de atividade enzimática é definida como “a quantidade de enzima que, submetida às condições de análise, irá catalisar a conversão de 1 mmol de substrato por minuto” (KEER, 2002).

É difícil estabelecer limites claros nos valores basais das concentrações enzimáticas. Diferentemente da maioria dos constituintes bioquímicos, que formam uma nítida curva de distribuição, muitas enzimas, particularmente em equinos, mostram uma distribuição marcadamente distorcida com um número relativamente alto de indivíduos aparentemente “normais” apresentando valores muito altos (Figura 1). Isso leva a uma ampla “área cinzenta” na interpretação do panorama enzimático e, mais apropriadamente, somente aclarada por variações personalizadas, ou seja, individualizadas. Por conta dessa “área cinzenta” é imprudente recorrer apenas à simples elevação da atividade enzimática registrada, a menos que esta seja muito alta, e a comprovação possa ser dada por achados clínicos ou em outros laboratórios ou por testes radiológicos (KEER, 2002).

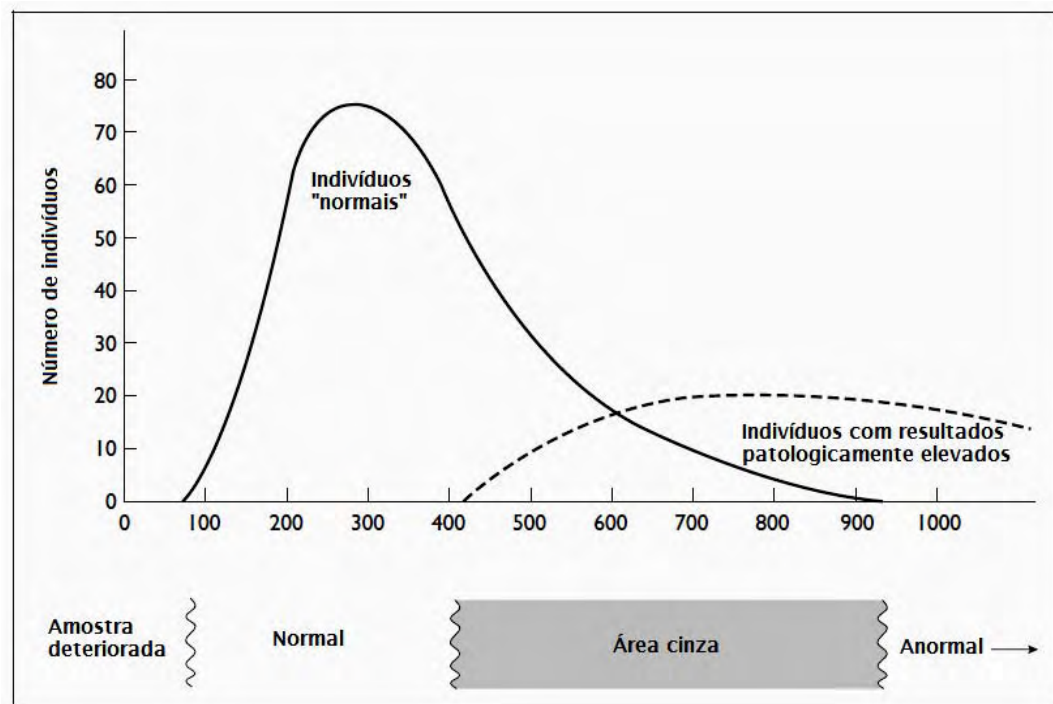


Figura 1. Representação esquemática da distribuição de resultados para uma análise enzimática ilustrativa segundo KEER (2002).

Ainda, segundo BRANCACCIO et al. (2010), como cada marcador de dano muscular, no caso as enzimas, compõem um quadro multifatorial, é necessário o uso de mais de uma delas para proporcionar melhor estimação do estresse muscular.

Na medicina esportiva humana as enzimas séricas indicativas de lesão muscular são usadas amplamente para avaliação de atletas de alto desempenho. De acordo com BRANCACCIO et al. (2007), altas atividades enzimáticas são observadas principalmente em provas que requerem contrações musculares excêntricas. O tecido muscular pode ser danificado através do treino intenso prolongado, como consequência de ambos os fatores: metabólicos e mecânicos. Atividades séricas de enzimas e proteínas musculares são marcadores do “status” funcional do tecido muscular, e variam amplamente nas condições patológicas e físicas. Creatina quinase, lactato desidrogenase, aldolase, mioglobina, troponina, aspartato aminotransferase e anidrase

carbônica são os marcadores séricos de injúrias musculares mais usados BRANCACCIO et al. (2010).

A elevação da atividade total de CK é um marcador de enfermidade do músculo esquelético conhecido há mais de 100 anos na medicina humana. Durante muito tempo a determinação de CK era o único método não invasivo para o diagnóstico de miopatias. Diversas circunstâncias podem aumentar a atividade sérica da enzima, entre elas o exercício físico intenso, traumatismos musculares, o alcoolismo, o hipotireoidismo, o enfarto do miocárdio e os acidentes vasculares cerebrais MATOS (2003).

Em relação às aves, a estrutura do músculo é semelhante aos tecidos dos mamíferos. A atividade circulatória de certo número de enzimas é elevada no caso de danos musculares ou miopatias. Essas enzimas incluem a lactato desidrogenase, aspartato aminotransferase e aldolase, mas a creatina quinase é a mais comumente utilizada nos diagnósticos das lesões musculares por conta de sua alta atividade e especificidade para músculos. Essa enzima tem sido amplamente utilizada na interpretação do diagnóstico de várias enfermidades aviárias, estresse calórico agudo e estresse por transporte (EUROPEAN COMMISSION, 2000).

Em equinos as enzimas séricas são usadas frequentemente como forma de diagnóstico de alterações musculares em animais submetidos a exercícios físicos como treinamentos e competições. Os estudos mostram que as atividades séricas das enzimas podem se elevar de acordo com a intensidade do exercício, contudo podem não apresentar alterações significativas em função da condição fisiológica de cada indivíduo (DA CÁS et al., 2000; RIBEIRO et al., 2004; TEIXEIRA-NETO et al., 2008; CAIADO et al., 2011). As enzimas também podem ser usadas como indicativas do metabolismo energético em dietas específicas (DITTRICH et al., 2000; BRANDI et al., 2010) em enfermidades, como cólica e na verificação de lesões agudas (DI FILIPPO & SANTANA, 2008).

Nos animais de produção para obtenção de carne, grande parte dos estudos relacionados às alterações das atividades das enzimas séricas indicativas de lesão muscular e conseqüentemente como um dos parâmetros do bem-estar animal foram realizados em suínos. As variáveis baseiam-se principalmente nos tempos de transporte e sua relação com a qualidade da carne (PÉREZ, 2001; YU et al., 2009).

YU et al., (2009) em trabalho relacionado ao tempo de transporte de suínos, verificaram que as atividades plasmáticas de creatina quinase e lactato desidrogenase aumentaram significativamente depois dos animais serem submetidos a 1 ou 2 horas de viagem, indicando dano muscular. Contudo, não houve aumento da significância estatística após 4 horas de viagem, indicando que o dano à membrana celular pode ter sido aliviado durante o tempo da viagem.

PÉREZ (2001) em experimento com 144 suínos, machos e fêmeas, submeteu um grupo de 75 animais a uma viagem de 15 minutos e os demais a 3 horas. O autor observou que, do ponto de vista da atividade enzimática, dentre os animais que viajaram por 3 horas as fêmeas sofreram mais lesões musculares em relação aos machos.

Em bovinos há uma escassez de estudos relacionando a atividade das enzimas séricas à frequência de lesões dos animais destinados ao abate. Dentre estes estudos, alguns demonstram que os bovinos de corte que passam por mercados de venda ou leilões antes de chegarem ao abatedouro frigorífico possuem uma incidência maior de lesões quando comparados àqueles que vão diretamente da fazenda ao abatedouro frigorífico (MCNALLY & WARRISS, 1996; JARVIS et al., 1996; WEEKS et al., 2002; STRAPPINI et al., 2010).

Tecidos como o cérebro, músculo cardíaco e músculo esquelético dependem da disponibilidade de grandes quantidades de energia, principalmente na forma de adenosina trifosfato (ATP). Nestes tecidos, o ATP é contínua e eficientemente regenerado pela ação da CK, a qual catalisa a reação de transfosforilação entre a

fosfocreatina (PCr) e a adenosina difosfato (ADP) (WALLIMANN et al., 1992; WYSS et al., 1992).

A creatina quinase (CK), antes chamada de creatina fosfoquinase (CPK), é uma enzima presente em músculo esquelético, músculo cardíaco, músculo liso, cérebro e nervos. É encontrada livre no citoplasma de células musculares e quando há estresse físico ou lesões musculares estas células a deixam extravasar. Embora exista CK no cérebro e nos nervos, não se verifica aumento de atividade no soro após lesão no sistema nervoso central (THRALL et al., 2007; DAIROT & BRANDELLI, 2008).

Devido a esses aspectos, a CK é frequentemente usada como indicador de estresse físico/lesão muscular no período pré-abate, sendo diretamente associado ao bem-estar animal e à qualidade de carne. A mensuração dos níveis de CK sanguínea tem sido empregada na determinação do estresse físico, ou na suscetibilidade ao estresse, em suínos, bovinos, ovinos e aves (DAIROT & BRANDELLI, 2008).

Em razão de sua curta meia-vida, a atividade de CK volta rapidamente ao normal após a demanda muscular. Neste sentido, para auxiliar no diagnóstico pode ser mensurada uma segunda enzima menos específica, mas de meia-vida mais longa, a AST. Quando há um pequeno aumento de CK e um marcado aumento de AST, pode-se ter um indicador de provável injúria muscular ocorrida dias antes da colheita das amostras de sangue.

A enzima aspartato aminotransferase (AST), antes denominada transaminase glutâmico-oxalacética, existe em maior concentração nos hepatócitos e nas células do músculo esquelético e cardíaco. Ela é encontrada tanto no citoplasma quanto nas organelas dessas células. O aumento da atividade sérica de AST se deve à lesão de hepatócitos ou de miócitos. No entanto, após lesão muscular, a atividade sérica de AST aumenta mais lentamente do que aquela da CK. Nota-se valor máximo em, aproximadamente, 24 às 36h após lesão muscular aguda, no entanto depois da resolução da lesão, sua atividade sérica diminui mais lentamente do que a atividade de CK (THRALL et al., 2007).

Os valores basais da enzima AST parecem não diferir muito em função do sexo, contudo os valores relatados em vacas são ligeiramente maiores em relação aos valores dos touros. Foram observadas diferenças associadas com a idade em ovinos e relacionadas com a época do ano em bovinos (KANEKO, 2008).

As atividades de CK e AST do soro sanguíneo podem ser utilizadas para estimar o momento do início da lesão muscular – e se ainda há lesão ativa. O aumento exclusivamente da atividade sérica de CK sugere lesão muscular muito aguda (não houve tempo suficiente para o aumento da atividade sérica de AST depois da lesão). O aumento das atividades de ambas, AST e CK, no soro sanguíneo sugere lesão muscular ativa ou recente. Aumento exclusivo da atividade sérica de AST indica que a lesão muscular cessou há mais de dois dias e que a atividade sérica de CK retornou ao normal devido à curta meia-vida. Essa última associação de resultados também pode ocorrer em lesão hepática (como a AST é oriunda do fígado, a atividade de CK se mantém normal) (THRALL et al., 2007).

A lactato desidrogenase (LDH) catalisa a interconversão reversível do lactato e piruvato, além de ser umas das maiores moléculas de proteína do corpo. Sua atividade é alta em diversos tecidos, conseqüentemente, a mensuração de LDH não é específica de algum órgão. As moléculas de LDH são tetraméricas, formadas por quatro subunidades; estas podem ser de duas formas, M (muscle) ou H (heart). As combinações possíveis dessas subunidades resultam em cinco isoenzimas de LDH, que podem ser separadas por eletroforese.

Devido à ampla distribuição no organismo, as elevações das atividades totais de LDH podem ser de difícil interpretação em medicina veterinária. Contudo, devido ao seu grande tamanho e longa meia-vida, a atividade de LDH permanece aumentada por algum tempo após a lesão inicial e assim às vezes pode ser útil em diagnósticos retrospectivos; por exemplo, quando um caso de rabdomiólise é observado após vários dias da causa inicial a CK voltará ao normal, mas em conjunção com os sinais clínicos a

LDH pode ser usada para confirmar o que está acontecendo ou o que aconteceu (KEER, 2002).

Existem poucas referências para os valores basais dessas enzimas séricas na literatura pesquisada. Na Tabela 1 podemos observar esses valores de acordo com três autores.

Tabela 1. Atividades normais das enzimas plasmáticas creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e aspartato aminotransferase (LDH) para bovinos (U/L).

	CK	LDH	AST
Kaneko (1997)	4,8-12,1	692-1445	78-132
Radostits (2002)	26±5	não cita	<100
Keer (2002)	100	200-300	<100

2.3. Qualidade de Carne

Os processos bioquímicos do músculo, após o abate, são marcados pelo processo de degradação e ressíntese do ATP. Durante certo tempo o músculo pode sintetizar ATP e, desta forma, compensar o gasto do mesmo. A síntese de ATP se realiza, devido à perda do suprimento de oxigênio, exclusivamente por via anaeróbica (fosforilação glicolítica), a partir da creatina fosfato e por efeito da adenilato quinase do músculo. À diferença do que acontece na fosforilação oxidativa, na qual a partir do ácido pirúvico é produzido ácido láctico, nesta não pode ser transformado. A consequente acumulação de ácido láctico implica em uma diminuição progressiva do pH da carne. E a diminuição do pH implica na inativação gradual do complexo de troponina, com o qual aumenta a atividade de ATPase da miosina acelerando a hidrólise do ATP (PRANDL et al., 1994).

A parada da circulação sanguínea no momento da morte inicia uma complexa série de mudanças no tecido muscular. Embora o músculo não esteja se contraindo de modo ativo nesse momento, a energia está sendo utilizada para manter a temperatura e a integridade organizacional das células contra a tendência natural de seu colapso (LAWRIE, 2005).

A mudança mais imediata causada pela sangria é a interrupção do fornecimento do oxigênio aos músculos e a consequente diminuição do potencial de oxirredução. Como resultado, as enzimas do sistema citocromo não podem operar e a ressíntese do ATP, que se torna impossível a partir desta fonte. A atividade continuada de ATPase não contrátil da miosina reduz o nível de ATP, produzindo fosfato inorgânico que estimula a hidrólise do glicogênio em ácido láctico (LAWRIE, 2005).

A adenilato quinase do músculo (mioquinase) é ativada gradualmente por efeito da diminuição do pH. Após o esgotamento das reservas de glicogênio e creatina fosfato acontece uma rápida diminuição da concentração de ATP, com a qual o efeito amaciante sobre a carne desaparece. O músculo perde flexibilidade e elasticidade e sua extensibilidade se reduz até alcançar apenas 5-10% de sua longitude normal, Desta forma o músculo atinge o estado de rigidez cadavérica (*rigor mortis*) (PRANDL et al., 1994).

O início do *rigor mortis* está ligado a fatores que afetam tanto à velocidade do metabolismo muscular *post mortem*, no momento do abate, quanto à quantidade de glicogênio e fosfocreatina. O *rigor mortis* ocorre de uma maneira mais rápida em animais que foram submetidos a um exercício intenso ou estresse ocasionando, consequentemente, um esgotamento do glicogênio antes do abate. Contudo, a velocidade de desenvolvimento do *rigor mortis* se reduzirá, se a carcaça for resfriada rapidamente (WARRISS, 2003).

O pH *post mortem* é determinado pela quantidade de ácido láctico produzido a partir do glicogênio durante a glicólise anaeróbica e isto pode ser impedido se o

glicogênio for consumido pela fadiga, inanição ou pelo estresse do animal antes do abate (LAWRIE, 2005).

A queda do pH não é uniforme em relação a animais da mesma espécie, podendo cair em alguns, rapidamente, para um valor entre 5,4 e 5,5 na primeira hora após a sangria, até atingir um pH_{24} entre 5,3 e 5,6. Nos bovinos a carne dos animais recentemente abatidos apresenta um pH médio variando entre 6,5 e 6,8 – atingindo, às vezes, até 7,2 – caindo depois rapidamente até alcançar um valor final de 5,6 a 5,8 ao fim de 48 horas do abate, elevando-se depois lentamente devido à autólise e ao desenvolvimento bacteriano (PARDI et al., 1996).

Todos os animais destinados à produção de carne estão sujeitos a algum nível de estresse antes do abate que poderá causar um efeito prejudicial sobre a qualidade de carne. A magnitude de qualquer efeito negativo está geralmente ligada ao tipo, duração e intensidade de cada fator estressante e à susceptibilidade de cada animal a ele (FERGUSON et al., 2001).

A disponibilidade diminuída do ATP também aumenta a dificuldade de manutenção da integridade estrutural das proteínas. O pH, reduzido pelo acúmulo de ácido láctico, também as torna vulneráveis à desnaturação. Com a desnaturação das proteínas e perda do poder de ligação com a água e a redução do pH que causa a aproximação do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, tem-se a perda de exsudatos da carne, o que pode interferir em sua maciez (LAWRIE, 2005).

A degradação das proteínas em peptídeos e aminoácidos e o acúmulo de vários metabólitos resultantes do processo glicolítico e de outras fontes permitem a formação de um meio rico para as bactérias. Embora o crescimento destas seja, em parte, prejudicado pela extensão pela qual o pH diminui, elas não estão mais sujeitas à ação fagocitária das células brancas do sangue (uma vez que a circulação sanguínea cessou) (LAWRIE, 2005). Neste sentido, o valor final de pH influencia na conservação das propriedades tecnológicas da carne. Uma adequada acidificação de carne supõe valores de pH entre 5,4 e 5,8. Nesse intervalo de pH os microrganismos menos

tolerantes são inibidos, particularmente os proteolíticos. Sendo que, valores maiores de pH₂₄ comprometem a conservação da carne. (PRANDL et al., 1994).

A carne bovina com pH acima de 6,0, com 24 horas após o abate (pH₂₄), representa um problema de qualidade, é indesejável para consumo humano, e causa importantes perdas econômicas para a indústria. Os maiores problemas da carne pH₂₄ acima de 6,0 é sua coloração escura, perda da maciez, baixa palatabilidade, diminuição da capacidade de retenção de água e crescimento de micro-organismos para níveis indesejáveis (MACH et al., 2008). A relação entre lesões e carne escura (tipo DFD) em carcaças bovinas não foi ainda totalmente elucidada, porém é importante de ser considerada (STRAPPINI et al., 2010).

TATUM et al. (2007), constataram que os animais que apresentavam comportamento calmo logo após o transporte tinham os menores níveis séricos de lactato, e também produziam os cortes mais macios, enquanto os animais que apresentavam comportamento agitado (nervosos ou impacientes), imediatamente após o transporte, tinham os maiores níveis de lactato sérico produzindo cortes menos macios.

GRUBER et al. (2009) analisaram a relação entre o comportamento e os sinais fisiológicos do estresse no pré-abate sobre a maciez da carne de 156 bovinos (79 machos e 77 fêmeas). Foram mensuradas as taxas de cortisol, glicose, lactato e creatina quinase, entre outras, para refletir as reações fisiológicas dos animais ao estresse do transporte. Concluíram que o comportamento e os índices fisiológicos que demonstram estresse no pré-abate estão associados com a redução da maciez da carne, não obstante os valores de pH situarem-se abaixo de 5,8.

Se, por um lado, o estresse que atinge os suínos - horas ou minutos - antes do abate, constitui-se na mais marcante causa de variação das propriedades da carne dessa espécie, por outro lado, nos bovinos, tal influência é muito menos importante. Mesmo assim, alguns agentes de estresse, como transporte, jejum prolongado, condições climáticas severas e o comportamento sexual dos machos inteiros, podem

resultar em *rigor mortis* atípico, com grandes prejuízos da qualidade da carne (FELÍCIO, 1997).

2.4. Manejo, Transporte e Bem-estar Animal

O gado bovino está exposto a diversas condições de manejo e transporte durante sua comercialização e período que precede o abate. Quando essas condições estão associadas com manejo inadequado, impactos violentos dos animais contra superfícies acidentadas, ou episódios de agressão entre os animais, podem ocorrer danos mecânicos nos tecidos dos animais podendo evoluir para uma lesão (STRAPPINI et al., 2010).

Vários fatores durante embarque, transporte e desembarque dos animais do veículo podem influenciar na ocorrência de contusões e estresse, e, conseqüentemente, afetar a qualidade de carne. Dentre esses fatores destacam-se o comportamento do animal, a classe sexual, a lotação do veículo, o clima, o modo de condução do veículo, a homogeneidade dos animais, o tempo de viagem, o tempo de embarque, dentre outros. MINKA & AYO (2007) observaram que quanto maior o número de sinais de atividades comportamentais e tempo de embarque, assim como a ocorrência de longas jornadas, maior a incidência de injúrias nas carcaças.

Lesões são frequentemente observadas após o transporte de bovinos como resultado de técnicas de manejo impróprias, briga entre os animais e injúrias decorrentes da movimentação do veículo. O transporte rodoviário envolve a exposição do gado a um potencial número de estressores, incluindo o manejo, a mistura com animais não familiares, o ambiente estranho, o embarque e desembarque dos veículos, estimulação excessiva (luz, som, vibração, etc.), subnutrição e hipertermia (PHILLIPS, 2002).

A mortalidade durante o transporte rodoviário é baixa para todas as idades de bovinos, comparada com outras espécies. HENNING (1993) observou uma mortalidade

de 0 a 0,01% em bovinos adultos transportados por rodovias na África do Sul durante as décadas de 1980 e 1990. Contudo, novilhas e animais velhos frequentemente sucumbem a infecções respiratórias no período pós-transporte e as novilhas podem adquirir gastroenterites. Segundo este autor, o fato de bovinos não estarem sujeitos a altas taxas de mortalidade durante o transporte sugere que eles geralmente lidam bem com essa situação. Entretanto, há alterações comportamentais que demonstram que o transporte realmente provoca efeitos adversos no bem-estar animal (PHILLIPS, 2002). Estes efeitos estão relacionados à taxa de lotação alta ou muito baixa. No caso de ser alta, há a possibilidade de ocorrência de estresse térmico, estresse fisiológico pela grande proximidade de outros animais e maior dificuldade de se levantarem caso venha a cair. E, se muito baixa, os animais movimentam-se mais, aumentando a ocorrência de lesões e estresse, a menos que a jornada seja particularmente desprovida de adversidades. (PHILLIPS, 2002).

Estudo realizado por JOAQUIM (2002) avaliou a evolução do pH da carcaça em função de diferentes distâncias de transporte. Conforme as Normas da União Europeia, não é permitida a exportação de cortes de carne bovina para aquela comunidade, provenientes de carcaças cujo valor de pH for $\geq 6,0$ após o resfriamento. Nesse trabalho a incidência de pH acima de 5,9 no músculo *Longissimus dorsi*, foi observada em 5% das carcaças para animais transportados até 330 km e em 26,6% para animais transportados acima desta distância.

GUÀRDIA et al. (2004) relataram que o risco de aparecimento de carne pálida, mole e exsudativa (PSE) em suínos elevou-se proporcionalmente com maior densidade de animais durante o transporte em viagens com duração acima de 3 horas, enquanto que o oposto ocorreu para viagens mais curtas. Subsequentemente, GUÀRDIA et al. (2005) concluíram que o risco de carne escura, firme e seca (DFD) aumenta com altas densidades, tempo de espera para o abate elevado e viagens longas, com tempos superiores a 22 horas. Há relatos de que a lesão nas membranas musculares é uma das causas primárias para a deterioração da qualidade da carne (YU et al., 2009).

A hipótese a ser testada baseia-se na relação entre a ocorrência de contusões, as variações séricas das referidas enzimas e o valor do pH das carcaças com os fatores que os afetam, como o sistema de terminação dos animais (pasto ou confinamento) e classe sexual (machos inteiros ou fêmeas).

2.5. Sistemas De Produção

Os sistemas de produção de gado de corte são definidos pela OIE (2011) como sendo todos aqueles nos quais o propósito do funcionamento inclui alguma fase ou todas as fases de procriação, crescimento e terminação do gado destinado à produção de carne. Assim sendo, compreendem-se em:

1) Extensivo: no qual os animais têm a liberdade para vagar ao ar livre e têm alguma autonomia na seleção da dieta (através do pasto), consumo de água e acesso a abrigo;

2) Semi-intensivo: no qual os animais são submetidos a qualquer combinação de ambos os sistemas de criação, extensivo e intensivo, simultaneamente ou variando de acordo com as mudanças climáticas e/ou estados fisiológicos dos animais; e,

3) Intensivo: no qual os animais ficam confinados e são completamente dependentes dos humanos para o provimento das suas necessidades básicas, como alimentação, abrigo e água;

Neste trabalho, foram considerados apenas os sistemas intensivos (confinamento) e extensivos (pasto) haja vista a maior parte dos estudos científicos na área serem restritos aos mesmos.

A fase de terminação ou engorda visa preparar o animal para o corte e pode ser conduzida à base de pasto durante o ano todo (extensivo), pasto na estação chuvosa e pasto mais alimentação suplementar na estação seca (semi-intensivo) ou em sistema de confinamento, técnica alternativa de engorda intensiva. Normalmente, os animais

são confinados por um período variável de 45 a 100 dias, de forma a que possam ganhar aproximadamente 1kg de peso corporal por dia, até o momento do abate, quando estarão com 400 a 500kg de peso vivo e com idade menor ou igual a 3 anos (SOUZA et al., 2003).

O sistema extensivo é muito praticado no Brasil, principalmente na criação de gado de corte em propriedades dotadas de grandes extensões de terras e geralmente distantes dos centros consumidores. Há fazendas devidamente exploradas com melhoramentos, formação e manutenção dos pastos e reserva de alimentação para o período da seca com silagem e feno. Contudo, em outras propriedades, os bovinos vivem apenas dos recursos das pastagens naturais, não recebendo alimentação suplementar no período da seca, não dispondo de boas aguadas, cercas e nem mesmo assistência técnica. Nesse sistema, os investimentos são menores e a fazenda pode ser lucrativa, entretanto a taxa de desfrute é menor (MARQUES, 2003).

A intensificação dos sistemas de produção tem como consequências um número maior de manejo ao qual os animais são submetidos durante sua vida produtiva. Em muitos casos os animais nascem em um local, engordam em outro e são abatidos em um terceiro. O estresse que os animais de produção são submetidos durante o manejo e transporte para os abatedouros frigoríficos está entre os mais severos sofridos por esses ao longo do processo de produção de carne (MARÍA, 2008).

LENSINK et al. (2000, 2001), relataram que os animais acostumados à presença de pessoas têm melhor qualidade de vida, são menos estressados e estão sujeitos a menos lesões devido a acidentes. É o caso dos animais de confinamento que têm um contato mais próximo com humanos devido ao manejo alimentar, facilitando dessa forma o manejo de forma geral (GALLO & TADICH, 2008). No sistema de produção extensivo, os animais têm pouco contato com seres humanos; devido a isso quando realizados manejos como apartamento, contenção e embarque para o transporte tornam-se amedrontados e receosos, ocasionando dificuldades para o manejo, bem como estresse para os animais.

Entretanto, PARANHOS DA COSTA (2000) relatou que, em condições intensivas de criação, os animais são mantidos em lotes com altas densidades, resultando na alteração da expressão do comportamento, podendo aumentar a incidência de interações agressivas, gerando brigas e aumento do estresse, tornando os animais sujeitos a lesões. No entanto, o autor acredita que os animais de confinamento estão menos propensos a sofrer lesões em relação aos animais de pasto, justamente pelo fator da interação com humanos. Deste modo, entende-se que os animais terminados em confinamento, por estarem mais acostumados à presença humana, terão melhor qualidade de carcaça e conseqüentemente valores de pH mais próximos do ideal quando comparados àqueles animais que foram terminados em pasto.

MUIR et al. (1998) relataram que bovinos produzidos a pasto possuem valores finais de pH maiores em relação aos produzidos em confinamento, e sugeriram que os bovinos de pasto possuem maior suscetibilidade ao estresse pré-abate, pois estes estariam menos acostumados às práticas de manejo estando mais sujeitos à depleção do glicogênio muscular no período pré-abate. Há evidências, particularmente nos sistemas de produção da América do Norte, que os animais de confinamento produzem carnes mais macias e saborosas em relação aos animais criados a pasto (MOLONEY et al., 2008). Contudo, há poucos experimentos que estudam a influência do sistema de terminação na quantidade de lesões sofridas pelo gado de corte. O que se tem de mais próximo a isso são experimentos que verificam a diferença na quantidade de lesões entre animais levados ao frigorífico diretamente da fazenda e aqueles que antes passam por leilões e mercados de animais.

2.6. Classe Sexual

Quando as carcaças de bovinos inteiros e castrados são comparadas, os resultados têm demonstrado que aquelas dos inteiros são superiores em peso e conformação, assim como apresentam maior proporção de músculo. Essas vantagens, entretanto, perdem valor comercial pela qualidade da carcaça, principalmente, em

função de deficiência na gordura de cobertura. Com a falta da cobertura de gordura, a carcaça dos bovinos inteiros, durante o resfriamento, desenvolve um escurecimento da parte externa dos músculos que prejudica o aspecto e, conseqüentemente, deprecia o valor comercial. O consumidor brasileiro, até o momento, não é exigente quanto ao acabamento das carcaças, aceitando ou, em alguns casos, preferindo cortes cárneos com pequena deposição de gordura. Assim sendo, existe demanda para a utilização de sistemas de produção de carne baseados no abate de animais inteiros (EMBRAPA, 1997).

Tem sido observada uma tendência na terminação, de gado inteiro para o abate. Os machos castrados representam, atualmente, uma porcentagem pequena entre os bovinos abatidos para a produção de carne. Por outro lado, o abate de fêmeas tem se mantido alto nos últimos anos, como pode ser observado na Figura 2.

Na literatura há evidências de que a idade e a classe sexual do animal influenciam na quantidade de contusões encontradas. Neste sentido JARVIS et al. (1995) quantificaram o efeito da classe sexual na ocorrência de contusões em carcaças, observando que a ocorrência de traumas físicos era maior em grupos misturados (machos e fêmeas) em relação aqueles separados (apenas machos ou apenas fêmeas). Quando se misturam animais desconhecidos há um aumento de disputas para estabelecer uma nova ordem hierárquica. O estabelecimento desta nova ordem ocasiona brigas e comportamento de monta, produzindo um aumento de machucaduras e hematomas no gado com conseqüente detrimento do bem estar animal e da qualidade da carne (WARRISS, 1990).

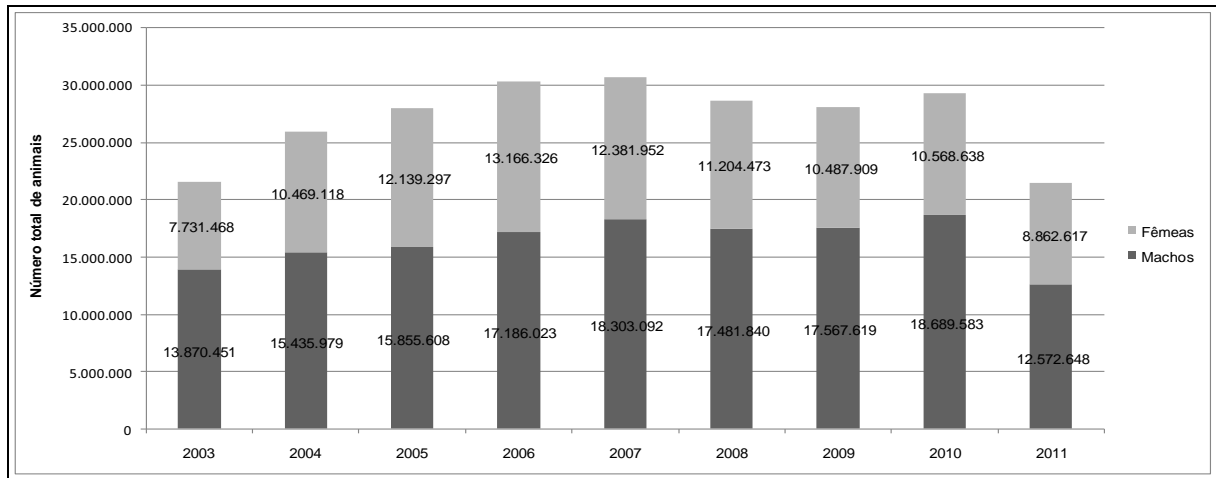


Figura 2. Número de bovinos abatidos no Brasil entre os anos de 2003 e 2011.

Fonte: elaborado a partir de dados do IBGE.

*Em 2011 há dados apenas dos 3 primeiros trimestres.

WEEKS et al. (2002) sugeriram que diferenças físicas na deposição de gordura e espessura da pele entre os sexos podem afetar a suscetibilidade de contusões resultantes de impactos com forças semelhantes. GRANDIN (2000) destacou a maior incidência de contusões em vacas, apontando como uma das razões a baixa deposição de gordura nesses animais.

NICHOLSON (2008) constatou que as fêmeas tiveram mais lesões em relação aos machos, em um total de 2468 carcaças de fêmeas, 65,8% apresentaram ao menos alguma lesão, enquanto o mesmo ocorreu em apenas 50,8% de carcaças de machos, em um total de 356 carcaças. Já, ROEBER et al. (2001), em uma amostragem de 5.679 carcaças, encontraram uma porcentagem ainda maior de fêmeas com lesão (88,2% das fêmeas contra 52,9% dos machos). Os autores estimaram que, devido aos problemas com as carcaças, o produtor teve prejuízos da ordem de \$13,82 e \$27,50 respectivamente, para cada vaca e boi abatido em 1999.

Em relação à idade, uma maior proporção de lesões foi observada em vacas e touros comparada a categorias de animais mais jovens como novilhos e novilhas

(GALLO et al., 1999) e pode ser associada a uma pobre condição corporal dos animais mais velhos (GRANDIN, 2002).

Outros estudos demonstram que a incidência de contusões na carcaça pode ser atribuída, ainda, à raça do animal, uma vez que o comportamento do mesmo é influenciado pelas características genéticas (VOISINET et al., 1997; STRAPPINI et al., 2009). Diferenças significativas na frequência de contusões de carcaça entre as raças foram relatadas por WYTHES et al. (1985), que verificaram que carcaças de mestiços Zebu tiveram um escore de lesões maior em comparação a animais de raças britânicas. No entanto, alguns anos depois, os mesmos autores apresentaram novos resultados. As lesões e propriedades musculares de *Bos taurus* X *Bos indicus* e *Bos taurus* foram comparados a partir de sete estudos. Não houve diferenças consistentes entre as raças no escore de contusões. Com base nos resultados destes estudos, concluiu-se que a variação individual na susceptibilidade a contusões é mais importante do que as diferenças genotípicas (WYTHES et al., 1989 *apud* STRAPPINI et al., 2009).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Objetivou-se associar elementos qualitativos e quantitativos do pré-abate e abate de bovinos que pudessem caracterizar situação ou evolução nessas práticas, tanto com vistas às boas práticas agropecuárias, quanto às condições de bem-estar animal e suas possíveis consequências. A hipótese foi contemplada com segmentos experimentais de acordo com o sistema de terminação e a classe sexual dos animais, para, posteriormente, analisar suas possíveis correlações.

3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar e monitorar a frequência, grau de severidade e localização da ocorrência de lesões aparentes em carcaças de bovinos durante o abate;
- Verificar a atividade sérica das enzimas séricas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH), para correlacionar com as lesões musculares aparentes e também diagnosticar possíveis lesões musculares profundas;
- Realizar a monitoração do pH *post mortem* nas carcaças recém abatidas (pH₀), 12 (pH₁₂) e 24 (pH₂₄) horas após o abate com o intuito de avaliar a qualidade da carcaça e correlacionar com os demais objetivos;
- Finalmente, realizar análises comparativas entre todos os resultados verificando possíveis associações ou correlações de modo a obter conclusões que possam nortear a escolha de práticas adequadas de manejo e abate que assegurem bem-estar aos animais e qualidade à carne deles obtida.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado um total de 160 bovinos, machos inteiros e fêmeas, de diferentes raças. Foram divididos em dois grandes grupos relativos ao sistema de terminação: pasto e confinamento e, posteriormente, quanto à sua classe sexual: machos e fêmeas (Figura 3). Os animais foram abatidos para produção de carne, em linha de rotina, em um abatedouro frigorífico da região de Barretos-SP, registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com volume de abate de aproximadamente 800 animais por dia. O período do experimento foi de 6 meses, de abril de 2011 a setembro de 2011.

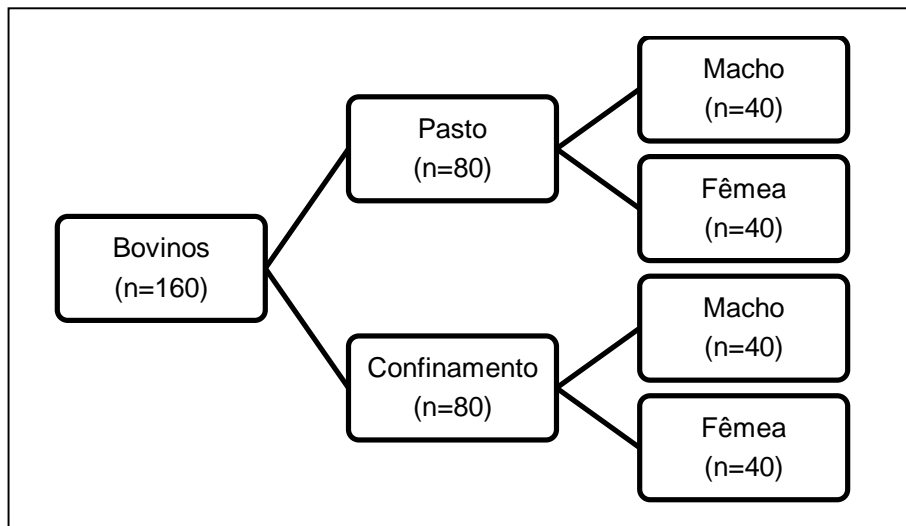


Figura 3. Agrupamento dos bovinos em sistemas de terminação e classe sexual.

Os animais foram transportados até o abatedouro frigorífico por via rodoviária. Após o desembarque, foram submetidos ao jejum e dieta hídrica por 12 a 24 horas, até serem abatidos. O abate foi realizado por meio de pistola pneumática de penetração, os corpos suspensos através de guincho elétrico e processados com o auxílio de transportador aéreo automático. A sangria foi realizada com duas facas previamente esterilizadas em água à temperatura de ebulição. A tipificação das carcaças foi

realizada depois da operação de toailete. A lavagem da carcaça foi realizada por 3 operadores, sendo 2 no piso e 1 em plataforma elevada, com mangueiras de alta pressão. A velocidade média de abate foi de 130 animais por hora.

A idade média aproximada dos animais utilizados foi de 3 anos, estimada pelo exame dos dentes incisivos, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaça, observada durante a linha de abate, logo após a cabeça ser retirada. Estabeleceram-se as categorias:

- Dente de leite (d) - animais com apenas a 1ª dentição, sem queda das pinças. Idade aproximada: menos de 24 meses.

- Dois dentes (2d) - animais com até 2 dentes definitivos, sem queda dos primeiros médios da primeira dentição. Idade aproximada: 24 meses;

- Quatro dentes (4d) - animais com até 4 dentes definitivos, sem queda dos segundos médios da primeira dentição. Idade aproximada: 36 meses;

- Seis dentes (6d) - animais com até 6 dentes definitivos, sem queda dos cantos da primeira dentição. Idade aproximada: 48 meses;

- Oito dentes (8d) - animais com mais de 6 dentes definitivos. Idade aproximada: 60 meses.

As informações referentes ao sistema de terminação do animal e classe sexual foram obtidas junto ao setor de compras e de rastreabilidade da empresa. A idade média dos animais utilizados foi de aproximadamente 41 meses e a distância de transporte média dos animais da propriedade ao abatedouro frigorífico foi de 240 km (Tabela 2). Os animais eram provenientes de municípios do estado de São Paulo, Goiás e Minas-Gerais.

Tabela 2. Média de idade e distância de transporte dos bovinos utilizados no experimento de acordo com sistema de terminação (pasto e confinamento) e classe sexual (macho e fêmea).

Parâmetro	Macho de Pasto	Fêmea de Pasto	Macho de Confinamento	Fêmea de Confinamento
Idade aproximada (meses)	39,42	39,9	31,2	53,4
Distância de transporte (km)	473	173	133	182

A incidência de contusões foi observada nas carcaças logo após a fase de esfola e registradas em formulário próprio (Apêndice A) e posteriormente tabeladas com descrição da localização das mesmas (Apêndice B). As contusões foram classificadas segundo a Norma Oficial Chilena (INN 2002) de classificação de carcaças, sendo de grau I as lesões que atingem apenas tecido subcutâneo, grau II aquelas que atingem tecidos musculares e grau III aquelas que atingem tecido ósseo, além da ausência no caso dos animais que não apresentaram contusões aparentes.

Para a determinação da atividade sérica das enzimas cretina quinase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase, as amostras de sangue foram obtidas logo após a degola, ou seja, durante a sangria e recolhidas em tubos tipo Falcon. Em seguida, em laboratório específico do abatedouro frigorífico, foram centrifugadas a aproximadamente 1000G durante 15 minutos, sendo então separado o soro e este devidamente identificado e congelado. Posteriormente, as amostras de soro foram levadas até o Laboratório de Apoio à Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP - Câmpus de Jaboticabal, descongeladas e analisadas com o auxílio de um conjunto de reagentes para diagnósticos (Labteste – Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa – MG) e posteriores leituras espectrofotométricas (Labquest – CELM, modelo E-255-D).

A mensuração do pH foi realizada em uma das meias-carcaças de todos os animais, devidamente identificadas, na região do músculo *Longissimus dorsi*, na altura

entre a 12^a e 13^a costela. Para isso foi utilizado peagômetro digital, com eletrodo de penetração, marca Mettler Toledo, modelo 1100. As medidas foram realizadas após o abate, no interior das câmaras frias, nos seguintes tempos: 0h (logo após a entrada na câmara fria), 12h e 24h.

A análise estatística foi feita a partir de um delineamento experimental de parcelas subdivididas, testando o fator sistema de terminação (2 níveis) nas parcelas e o fator classe sexual (2 níveis) nas subparcelas, com 160 repetições (blocos-animal). A frequência de lesões em carcaças de bovinos entre os grupos foi comparada pelo teste Exato de Fisher, ao nível de significância de 5%. Para a comparação da incidência de lesões nos diversos grupos e sua localização nas diversas partes da carcaça foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. A comparação das médias de pH e atividade sérica das enzimas foi realizada através da análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Para a análise dos dados foi utilizado o programa Action 2.0 & R 2.5.1 para Windows no teste de Kruskal-Wallis e para os demais testes *SAS System Release 8.02 Level 02MO for Windows*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Contusões Musculares

5.1.1. Grau de severidade e frequência da ocorrência

Inicialmente, a monitoração da presença de contusões superficiais visíveis na carcaça durante o abate foi quantificada e classificada quanto ao seu grau de severidade de acordo com a Norma Oficial Chilena (INN 2002). A avaliação do grau de severidade das lesões detectadas, assim como a frequência de ocorrência destas é uma importante ferramenta de controle, pois é o produto dessa interação que resultará em significância de perdas, mutilação de carcaças e cortes ou providências complementares durante o toailete. Nesse aspecto, de acordo Tabela 3, constata-se que 96,11% das lesões diagnosticadas foram classificadas como sendo de grau I, comprometendo apenas os tecidos mais superficiais e, aparentemente não atingindo planos musculares situados ligeiramente abaixo da lesão, e apenas 3,89% corresponderam a lesões de grau II, com comprometimento de planos musculares próximos.

Tabela 3. Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade na amostragem total (n=160).

Amostragem	Grau I		Grau II		Grau III		Total
	n ^o *	%	n ^o	%	n ^o	%	n ^o
Total	173	96,11	7	3,89	0	-	180

(*)n pode ser maior que o número total de carcaças pela ocorrência de mais de uma contusão na mesma carcaça.

Grau I: lesões que atingem apenas tecido subcutâneo.

Grau II: lesões que atingem tecidos musculares.

Grau III: lesões que atingem tecido ósseo.

Conforme esperado não se observou a ocorrência de lesões de grau III (com comprometimento de tecido ósseo), condição que naturalmente deve ser barrada no

exame *ante mortem* com encaminhamento dos animais para abate de emergência, exceção feita àqueles casos em que o trauma viesse a acontecer durante o procedimento de abate.

Os percentuais observados, por sua ocorrência e significância, mantiveram-se praticamente inalterados quando levados em conta os sistemas de terminação (pasto e confinamento), assim como as classes sexuais (machos e fêmeas). Quando comparados aos dados de ALMEIDA (2005), obtidos no mesmo estabelecimento de abate, além da pequena evolução constatada no número de animais com lesões, constata-se também uma evolução no sentido da diminuição da gravidade dessas, observando-se mobilidade daquelas de grau II para uma maioria de grau I.

Em relação à frequência da ocorrência do total de lesões, independente do grau de severidade, verifica-se que foram contabilizadas 180 lesões nos 160 animais observados, com média de 1,12 contusões por animal, significando a ocorrência de mais de uma lesão em uma mesma carcaça.

Outro aspecto interessante é que, do total monitorado, 41,9%, ou seja, 67 carcaças não apresentaram lesões, enquanto que a maioria, 58,1% ou 93 carcaças, apresentou pelo menos uma lesão (Figura 4). Embora fosse esperada uma situação diferente, que demonstrasse substancial evolução no sentido da aplicação de boas práticas de manejo e transporte, ainda não se constatou mudança significativa. Nestes parâmetros essa observação fica patente quando se compara esses dados com os obtidos por ALMEIDA (2005) que realizou trabalho semelhante, conduzindo suas monitorações na mesma planta processadora. Há cerca de sete anos esse autor verificou que o total de carcaças com pelo menos uma lesão era da ordem de 70,6%.

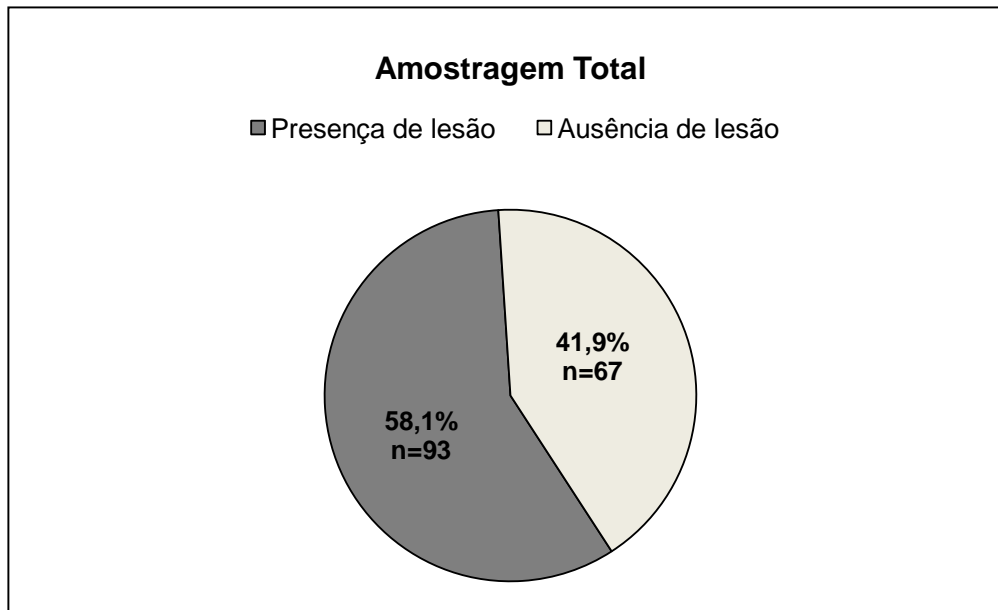


Figura 4. Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça na amostragem total (N=160).

Consubstanciando com esse raciocínio, pode-se citar os dados de JARVIS et al. (1995) que relataram um percentual de 97% de carcaças com lesões, de ANDRADE (2008) com 94,3% e os de NICHOLSON (2008), com 62,9%, sendo este último bastante semelhante aos observados por ALMEIDA (2005).

Esses mesmos dados, agora analisados de acordo com o sistema de terminação dos animais, evidenciaram que, embora as lesões tenham ocorrido em número ligeiramente superior nos animais terminados em pasto, não houve diferença significativa quando comparados aos animais terminados em confinamento (Tabela 4).

De outro modo, em cada um desses grupos, é interessante verificar o percentual de animais com e sem lesões de carcaças (Figura 5). Assim, dos animais terminados em pasto, 57,5% apresentaram pelo menos uma lesão e 42,5% não, enquanto que esses percentuais para os animais terminados em confinamento foram, respectivamente, 58,8% e 41,3%.

Tabela 4. Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos sistemas de terminação em pasto (n=80) e em confinamento (n=80).

Grupos	Grau I		Grau II		Grau III		Total
	nº	%	nº	%	nº	%	nº
Pasto	97	97	3	3	0	-	100 a(**)
Confinamento	76	95	4	5	0	-	80 a

(*)n pode ser maior que o número total de carcaças pela ocorrência de mais de uma contusão na mesma carcaça.

(**) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher.

Grau I: lesões que atingem apenas tecido subcutâneo.

Grau II: lesões que atingem tecidos musculares.

Grau III: lesões que atingem tecido ósseo.

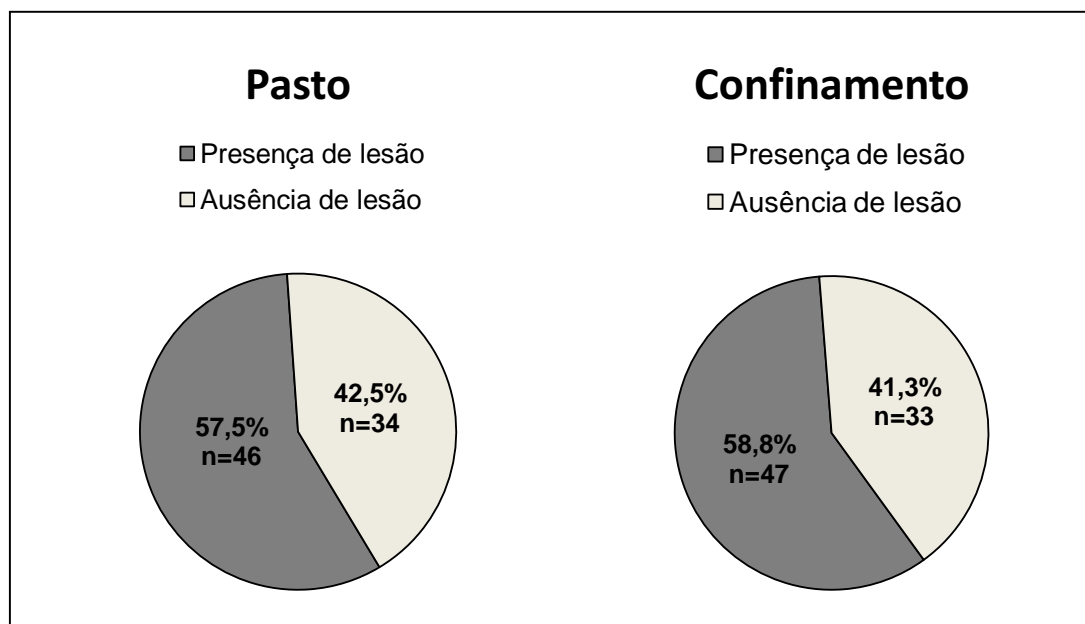


Figura 5. Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, terminados em pasto (n=80) e em confinamento (n=80).

Na Tabela 5 observa-se o número de lesões segundo a classe sexual, com diferença significativa da ordem de 0,5 lesões nos machos contra 1,75 lesões por carcaça nas fêmeas. Esses resultados corroboram com os de JARVIS et al. (1995) que

verificaram diferenças significativas entre os sexos na ocorrência de lesões, com fêmeas apresentando maior número.

Tabela 5. Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos machos (n=80) e nas fêmeas (n=80).

Grupos	Grau I		Grau II		Grau III		Total
	n ^o *	%	n ^o	%	n ^o	%	n ^o
Machos	38	95	2	5	0	-	40 a(**)
Fêmeas	135	96,42	5	3,58	0	-	140 b

(*)n pode ser maior que o número total de carcaças pela ocorrência de mais de uma contusão na mesma carcaça.

(**) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher.

Grau I: lesões que atingem apenas tecido subcutâneo.

Grau II: lesões que atingem tecidos musculares.

Grau III: lesões que atingem tecido ósseo.

Neste trabalho, verificou-se que 81,3% das fêmeas apresentaram pelo menos uma lesão, enquanto que nos machos essa proporção foi de apenas 35%. Por raciocínio complementar apenas 18,7% das fêmeas não apresentaram lesões em carcaças e 65% dos machos (Figura 6). Em trabalho realizado por NICHOLSON (2008) observou-se 65,8% de carcaças de fêmeas com ao menos uma lesão e 50,8% nos machos. Tais resultados, segundo GRANDIN (2000) e STRAPPINI et al. (2010), podem ser explicados pelo fato das fêmeas possuírem uma menor deposição de gordura na carcaça, deixando os músculos menos protegidos. A deposição de gordura pode servir como uma barreira física auxiliando na proteção e amortecimento de impactos. YEH et al. (1978) também atribuem estes resultados ao fato das vacas serem mais excitáveis, sobretudo no período de estro. Outra questão relevante seria o maior período em que as vacas ficam nos currais a espera do abate, pois geralmente são os últimos animais a serem abatidos. Esse tempo maior de espera poderia aumentar as chances de ocorrência de lesões.

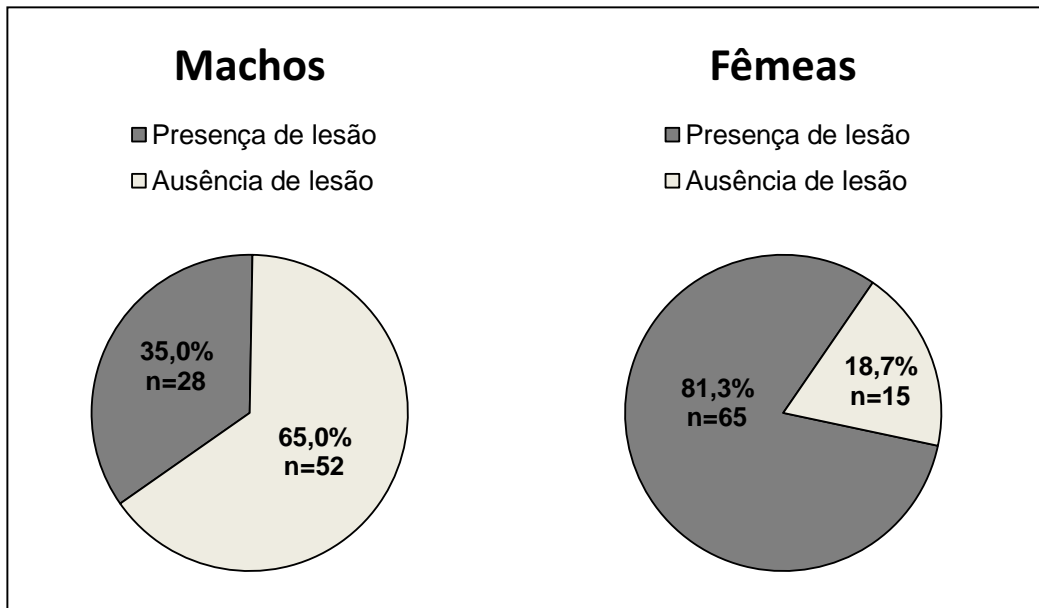


Figura 6. Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, em machos (n=80) e em fêmeas (n=80).

Todavia, a prática faz ressaltar outros aspectos além dos mencionados, tais como uma hipertrofia muscular menos marcada que expõe mais facilmente proeminências do esqueleto ósseo, um maior arqueamento do gradil costal para possibilitar o desenvolvimento de gestações e uma maior amplitude dos ossos do coxal.

Na Tabela 6 observaram-se os dados de acordo com o sistema de terminação e a classe sexual. Não houve diferença significativa entre os machos de pasto e os machos de confinamento, bem como entres as fêmeas de pasto e as fêmeas de confinamento, na proporção de 0,42 e 0,57 lesões por carcaça nos dois primeiros e 2,07 e 1,42 nesses últimos. Contata-se que independente do sistema de terminação as fêmeas têm mais lesões em relação aos machos.

Tabela 6. Número de lesões em carcaças bovinas (contusões) de acordo com o grau de severidade nos machos de pasto (n=40), machos de confinamento (n=40), fêmeas de pasto (n=40) e fêmeas de confinamento (n=40).

Grupos	Grau I		Grau II		Grau III		Total
	n ^o *	%	n ^o	%	n ^o	%	n ^o
Macho de Pasto	16	94,11	1	5,89	0	-	17 a(**)
Macho de Confinamento	22	95,65	1	4,35	0	-	23 a
Fêmea de Pasto	81	97,59	2	2,41	0	-	83 b
Fêmea de Confinamento	54	94,73	3	5,27	0	-	57 b

(*)n pode ser maior que o número total de carcaças pela ocorrência de mais de uma contusão na mesma carcaça.

(**) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste Exato de Fisher.

Grau I: lesões que atingem apenas tecido subcutâneo.

Grau II: lesões que atingem tecidos musculares.

Grau III: lesões que atingem tecido ósseo.

Os dados da Tabela 6 pretendiam analisar possíveis interações decorrentes dos diferentes sistemas de terminação e da classe sexual caso ambos os fatores tivessem apresentado diferenças significativas. Entretanto, não foi o que se observou, sendo que apenas a classe sexual independentemente dos animais serem de pasto e confinamento é que mostrou tais diferenças, não havendo outros argumentos a serem testados.

Apesar das evidências anteriormente apresentadas, ao analisar-se o conteúdo da Figura 7 nota-se que as análises anteriores poderiam sugerir conclusão tendenciosa. Assim, ao se associar o número de lesões com a distribuição dessas nas populações segmentadas, ou seja, machos e fêmeas de pasto ou confinamento verifica-se a comprovação de que as fêmeas não só apresentaram mais lesões como também houve um maior número de fêmeas com pelo menos uma lesão quando comparado aos machos. Todavia, outro aspecto chamou atenção, qual seja, houve uma tendência de inversão entre machos e fêmeas quando se analisa a origem (pasto ou confinamento), sendo que um maior número de fêmeas de pasto se mostrou lesionada enquanto para os machos esse fato ocorreu com os provenientes de confinamento.

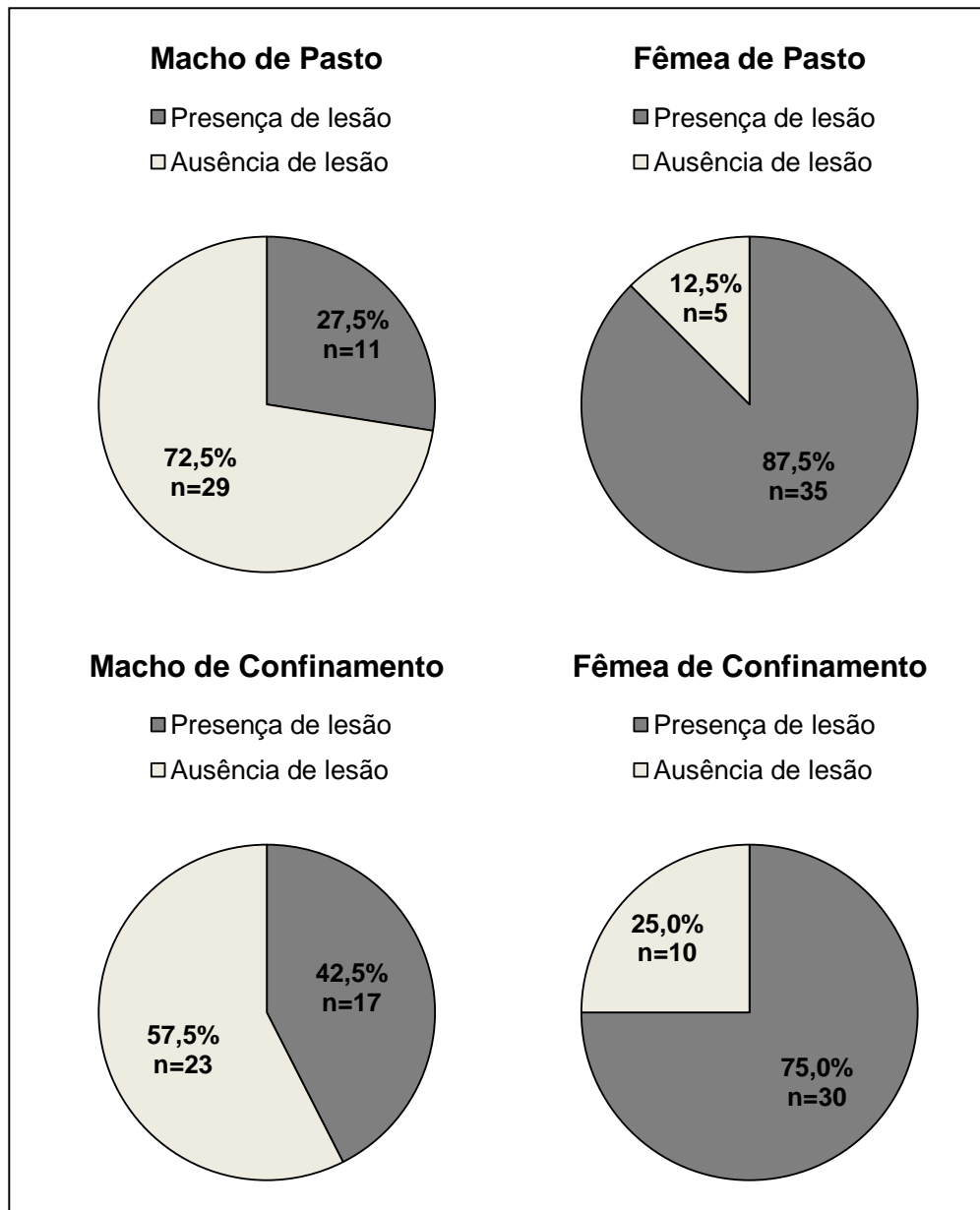


Figura 7. Percentual de bovinos com ausência ou presença de uma ou mais lesões na carcaça, em machos de pasto (n=40), fêmeas de pasto (n=40), machos de confinamento (n=40) e fêmeas de confinamento (n=40).

5.1.2 Localização das contusões

A localização da contusão é outro aspecto importante, pois revela quais cortes comerciais são afetados e podem ser indicativos indiretos de quando e onde os animais

sofreram o dano. As lesões foram computadas quanto a sua localização na carcaça de acordo com a divisão mostrada na Figura 8 e os dados expostos na Tabela 7.

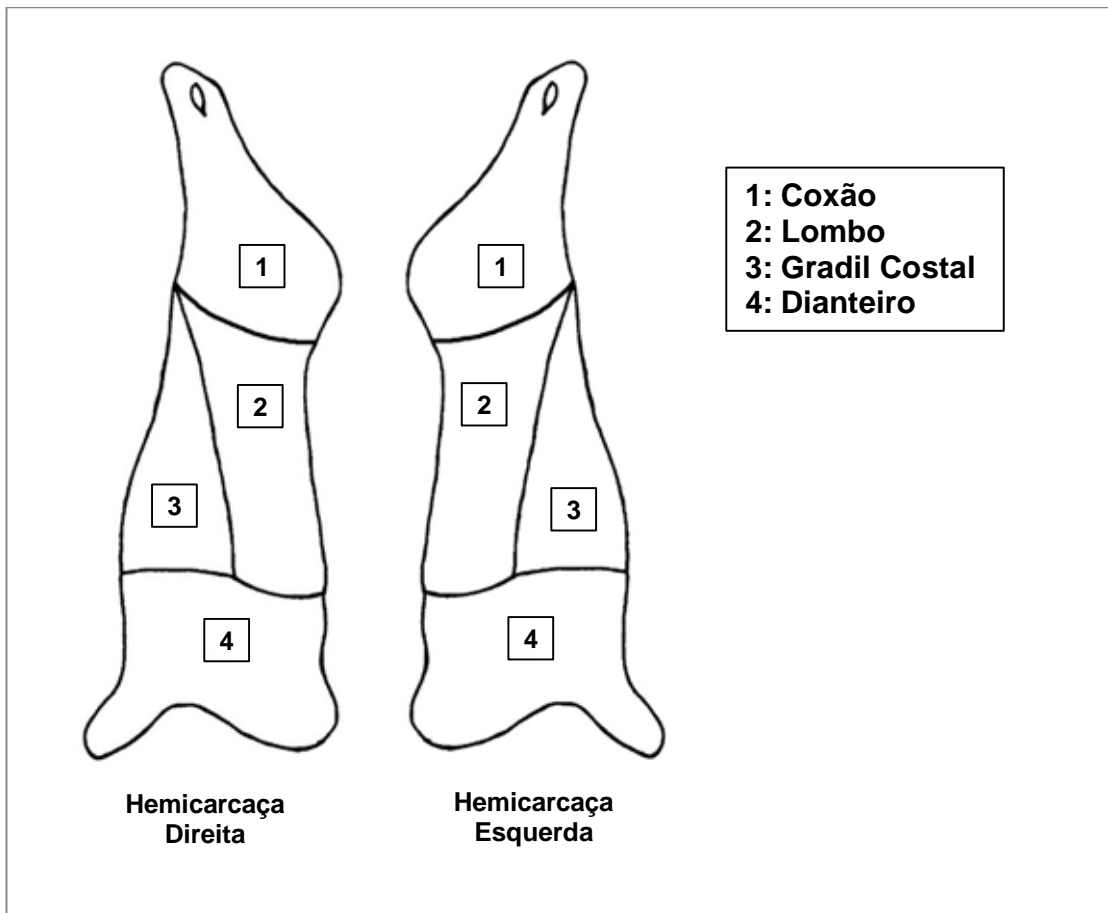


Figura 8. Hemicarças divididas em cortes primários.

Tabela 7. Número de lesões em carcaças bovinas e seu respectivo percentual relativo, de acordo com sua localização nas hemicarcaças.

	Localização									
	Coxão		Lombo		Gradil		Dianteiro		Total	
	n ^o	%	n ^o	%	n ^o	%	n ^o	%	n ^o	%
Hemicarcaça direita	51a(*)	28,33	28 a	15,66	3 a	1,67	6 a	3,33	88 a	48,89
Hemicarcaça esquerda	40 a	22,22	35 a	19,44	5 a	2,78	12 a	6,67	92 a	51,11
Total na carcaça	91A(**)	50,55	63 A	35,00	8 B	4,45	18 B	10,00	180	100

(*) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

(**) letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

Observa-se que não houve diferença significativa na ocorrência de lesões entre os dois lados da carcaça, ou seja, entre as hemicarcaças direita e esquerda. No entanto, nota-se diferença significativa na localização quando se considera sua subdivisão em cortes primários, com coxão e lombo apresentando maior quantidade de lesões comparada às regiões de gradil costal e dianteiro.

A título de exemplo, quanto à questão da importância da localização, GRANDIN (2003) relata que quando as contusões são encontradas na mesma localização do corpo de animais de diferentes procedências, pode-se inferir que a mesma tenha ocorrido dentro da planta frigorífica. Ainda, o aparecimento de contusões na região dorsal do animal, poderia ser atribuído a inadequadas práticas de manejo, como a ocorrência de choques contra portas das guilhotinas dos caminhões e troncos de contenção.

ALMEIDA (2005) também verificou maior número de lesões na região do coxão, com 54,25%, contudo o gradil costal apareceu como a segunda região mais atingida (21,21%), seguido do lombo e do dianteiro, respectivamente com 13,12% e 11,40%. ANDRADE et al. (2008) observaram que 63,5% das lesões ocorreram no coxão, 15,6%

no dianteiro, 15,3% no gradil costal e apenas 5,6% no lombo, em trabalho realizado em estabelecimento do Pantanal Sul Mato-grossense.

As regiões do coxão e lombo comportam os cortes de maior valor comercial, como picanha, alcatra, filé-mignon e contrafilé. A maior incidência de contusões nesses cortes, além da depreciação já aventada, é capaz de causar importantes prejuízos decorrentes da necessidade de toailete (limpeza à faca) ou mesmo o desvio de um corte nobre para outra finalidade.

Conforme se verifica na Tabela 8, assim como observado para a amostragem total (Tabela 7), a região do coxão persistiu como a mais atingida, seguida, respectivamente, por lombo, dianteiro e gradil costal, com a única exceção de que para animais de confinamento gradil costal e dianteiro foram igualmente atingidos. Apesar das diferenças numéricas, nem todas as localizações observadas mostraram diferenças significativas entre si, e, apesar da individualização por terminação e classe sexual, quando significativas essas diferenças parecem decorrer de outras causas.

Tabela 8. Número de lesões em carcaças bovinas e seu respectivo percentual relativo, de acordo com sua localização nas hemicarcaças em sistema de terminação (pasto e confinamento) e classe sexual (macho e fêmea).

Sistema de Terminação/ Classe Sexual	Localização									
	Coxão		Lombo		Gradil		Dianteiro		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Pasto	47 A (*)	47	39 AB	39	2 C	2	12 BC	12	100	100
Confinamento	44 A	55	24 AB	30	6 B	7,5	6 B	7,5	80	100
Macho	21 A	52,5	11 A	27,5	3 A	7,5	5 A	12,5	40	100
Fêmea	70 A	50	52 A	37,14	5 B	3,57	13 B	9,29	140	100

(*) letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal-Wallis.

5.2. Enzimas Séricas

A avaliação da ocorrência de lesões visíveis na superfície das carcaças durante o abate pode induzir a uma subestimação das consequências de traumas, inadequação de manejo pré-abate e mesmo de outras condições indutoras de estresse, seja pela limitação sensorial da análise ou mesmo pela impossibilidade de invadir outros tecidos subjacentes para complementá-la. Neste sentido, optou-se por fazer uma avaliação do comportamento de alguns parâmetros sanguíneos intrinsecamente relacionados com lesões musculares, mesmo microlesões, tanto por verificar-se que em outros momentos como na desossa, há a observação de lesões musculares profundas, inacessíveis na avaliação anterior, quanto pelo conhecimento de que, como resultado do estresse, podem ocorrer microlesões que passariam despercebidas a ambas as situações. As enzimas escolhidas para essa monitoração foram a creatina quinase (CK), a aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH)

Inicialmente, com o intuito de padronizar a metodologia e determinar a confiabilidade das análises laboratoriais, 35 amostras foram submetidas a um teste de repetibilidade. O coeficiente de variação determinado para as duplicatas de CK foi de 21,7%, variando de 0 a 68,9%. O menor coeficiente de variação foi observado para a determinação de AST da ordem de 2,1%, com variação de 0 a 11,1%, e o pior deles, denotando possível dificuldade de adequação metodológica, foi o obtido para a LDH, cujo valor foi de 71% variando de 0 a 257,4% entre as duplicatas. Esses mesmos dados foram submetidos ao teste de Correlação de Pearson, resultando em coeficientes de correlação de 0,998 para CK e de 0,991 para AST, com coeficientes de determinação respectivamente de 99,6% e 98,2%. Confirmando a baixa repetibilidade observada no método de determinação de LDH, o coeficiente de correlação foi de 0,577, resultando em um baixo coeficiente de determinação, de apenas 33,3%.

Os valores de referência das enzimas séricas mostram diferenças significativas de autor para autor, conforme verificado na Tabela 1. Apesar dessa variação, as médias determinadas no presente trabalho mostram-se acima dos valores de referência

conforme demonstrado na Tabela 9, principalmente para CK e LDH. Ressalta-se que, apesar da curta meia-vida da CK e da sua grande variação individual, seus valores foram muito superiores aos considerados normais e esperados, segundo o valor de referência citado por KEER (2002), denotando consequências de estresse durante toda a fase de pré-abate. Esse raciocínio é complementado pelo resultado das demais enzimas que seguiram a mesma tendência. Neste sentido, além, das lesões verificadas na análise macroscópica durante a monitoração no abate, é provável que muitas outras carcaças sejam portadoras de lesões ou microlesões musculares que passaram despercebidas nessa avaliação. Conseqüentemente, se assim for, muitas dessas carcaças também deveriam evidenciar queda anômala do pH, ocorrência de cortes escuros (dark cuts) e significativa depreciação da qualidade de carne delas obtida.

Tabela 9. Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos expressa em UI/L.

		n	x	cv (%)	min.	max.
Amostragem	CK	160	1288,47	91,7	243,9	6186
	AST	160	119,56	36,55	62,86	345,7
Total	LDH	160	3514,07	24,78	1700	6186

n=número de animais, x=média, cv=coeficiente de variação da média, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

Segundo LEFEBVRE et al. (1996), a creatina quinase é uma enzima músculo específica cuja atividade plasmática é útil para indicar lesão muscular resultante de trauma, exercício físico ou outro tipo de dano. Sua atividade aumentada neste experimento pode ter sido desencadeada durante o embarque, transporte, desembarque ou tempo de espera no abatedouro frigorífico. De acordo com os dados de TADICH et al. (2005), não foram encontradas diferenças significativas na atividade de CK determinada imediatamente antes e após o procedimento de abate. Como a creatina quinase é uma enzima de curta meia-vida, é capaz de indicar alterações musculares recentes, relativas ao período pré-abate imediato. Assim, é de se esperar que as alterações musculares

dos bovinos ocorridas na propriedade, antes do período de apartação e embarque não devam se refletir nos dados determinados para a CK, com isso, valores elevados significariam a persistência de fatores estressantes capazes de induzir a danos musculares. Entre esses fatores podem ser citados: manejo inadequado, más condições de transporte, longas jornadas e/ou razões comportamentais de certos grupos ou indivíduos.

SPORER et al. (2008) avaliaram os parâmetros fisiológicos que podem ser indicativos de estresse em bovinos, obtendo média de creatina quinase próxima a verificada neste trabalho. A mensuração também foi realizada em período semelhante, ou seja, aproximadamente 15 horas após o desembarque.

A atividade sérica da AST pode ser utilizada conjuntamente com a de CK na indicação de lesões musculares mais antigas, ou seja, dias antes da avaliação. Assim, corrobora na interpretação do conjunto de respostas, facilitando ou mesmo estendendo essa avaliação para todo o período pré-abate. Considerando-se como ponto de corte os valores de autores mais recentes (Tabela 1), verifica-se que 38,7% dos resultados da estimação de AST situaram-se abaixo de 100 UI/L, enquanto que a maioria, 61,3% situou-se acima desse valor. Desse modo, supõe-se que ao menos em 38,7% dos casos os danos foram decorrentes de momentos mais próximos do abate, com elevação de CK, mas sem reflexo nos valores de AST. Por raciocínio complementar, a maioria seria decorrente de fatores ocorridos anteriormente, com reflexo em ambas.

O período mais crítico para ocorrência de lesões musculares é durante o período pré-abate, desde a apartação até a inconsciência do animal. O aumento da atividade sérica de AST se dá de maneira mais lenta que a de CK. Segundo THRALL (2007), o valor máximo pode ser atingido em até 36h após a lesão.

A atividade da enzima LDH, apesar de também ser usada como indicativa de lesão muscular é pouco específica, já que pode estar aumentada em razão de outros motivos, sendo amplamente distribuída pelo corpo. Conseqüentemente, o ideal seria que a interpretação dos seus resultados pudesse ser individualizada para cada animal e

analisada em conjunto com as anteriormente citadas (CK e AST). Todos os resultados determinados no presente trabalho estão muito acima do valor de referência citado por KEER (2002).

Os dados expressos na Tabela 10 procuram evidenciar diferenças comportamentais ou de manejo decorrentes dos sistemas de terminação em pasto e em confinamento. Nesse aspecto, verifica-se que houve diferença significativa para essa condição, quando da produção dos animais em pasto, refletindo-se em todas as enzimas séricas determinadas. Assim, tais resultados são consoantes com as observações de LENSINK et al. (2000, 2001) e de GALLO E TADICH (2008), nos quais os animais mantidos em pasto têm pouco contato com seres humanos, sendo, portanto, mais amedrontados e receosos, o que contribuiria para a exacerbação da resposta ao estresse e resultando em aumento da ocorrência de lesões musculares, com dificuldade de manejo.

Tabela 10. Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos terminados em pasto e em confinamento expressa em UI/L.

Enzima	Sistema de Terminação	n	x	cv (%)	min.	max.
CK	Pasto	80	1605,66 a(*)	91,58	335,9	6186
	Confinamento	80	971,28 b	69,56	243,9	3740
AST	Pasto	80	129,43 a	34,1	68,09	303,8
	Confinamento	80	109,81 b	37,56	62,86	345,7
LDH	Pasto	80	3855,92 a	24,56	2428,5	7355
	Confinamento	80	3172,22 b	19,74	1700	4857

n=número de animais, x=média, cv=coeficiente de variação, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

(*) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Na Tabela 11 observam-se os dados referentes aos valores séricos dessas mesmas enzimas em função da classe sexual. Apesar das observações já relatadas, verificou-se comportamento ligeiramente diferente. Assim, machos e fêmeas diferiram

significativamente quanto aos valores determinados de CK e AST, porém, enquanto nas fêmeas o valor de CK foi superior, essa condição ocorreu para os machos em relação à AST. Os valores de LDH não diferiram em função da classe sexual.

Tabela 11. Atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em amostras de soro de bovinos machos e fêmeas expressa em UI/L.

Enzima	Classe Sexual	n	x	cv (%)	min.	max.
CK	Macho	80	1094,14 a(*)	66,99	243,9	3740
	Fêmea	80	1482,79 b	99,93	267,1	6186
AST	Macho	80	127,18 a	32,05	78,57	345,7
	Fêmea	80	112,03 b	40,53	62,86	303,8
LDH	Macho	80	3436,3 a	19,29	1700	5100
	Fêmea	80	3591,83 a	28,86	2428,5	7355

n=número de animais, x=média, cv=coeficiente de variação, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

(*) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com as observações de GRANDIN (2000), WEEKS et al. (2002) e STRAPPINI et al. (2010) as fêmeas são mais susceptíveis a ocorrência de lesões, conseqüentemente à elevação dos parâmetros séricos dessas enzimas, principalmente da CK, conforme observado neste trabalho.

A seguir, são apresentadas as Figuras 9 e 10 que procuram esclarecer o comportamento conjunto dessas enzimas em função, respectivamente, do sistema de terminação e da classe sexual.

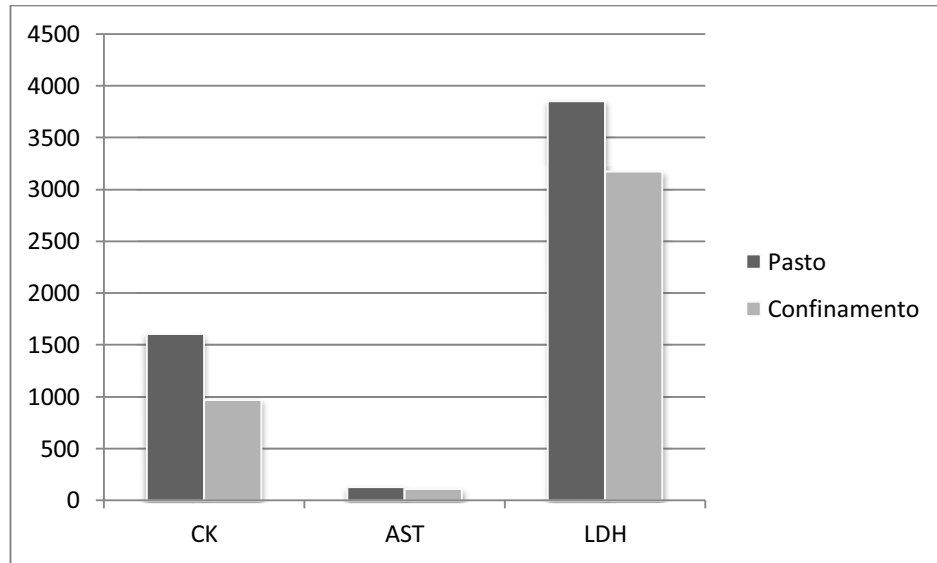


Figura 9. Média de atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em diferentes sistemas de terminação (pasto e confinamento).

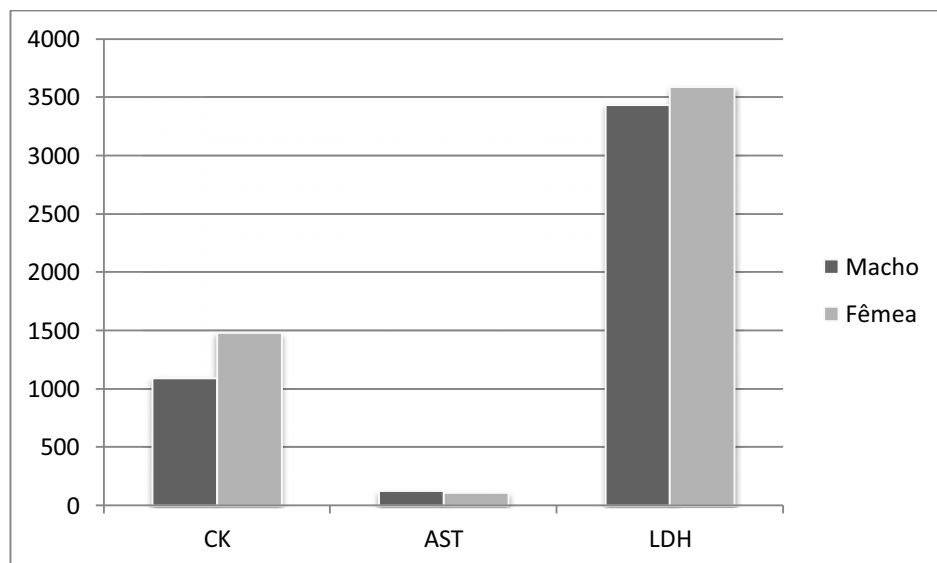


Figura 10. Média de atividade sérica das enzimas Creatina Quinase (CK), Aspartato Aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH) em diferentes classes sexuais (macho e fêmea).

5.3. pH

A evolução do pH ao longo das 24 horas após o abate (T=0h, T=12h e T=24h) foi aferida em uma das hemicarcaças de todos os animais que passaram pelas monitorações enzimáticas anteriores. Esses resultados são apresentados na Tabela 12, a seguir, com os respectivos tempos caracterizados como pH₀, pH₁₂ e pH₂₄, referentes à aferição do pH na carcaça quente, logo após o abate, e resfriada, com 12 e 24 horas após o abate, respectivamente.

Tabela 12. Valores médios de pH *post-mortem* determinados no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o tempo pós abate.

	Tempo	n	x	cv (%)	min.	max.
Amostragem Total	pH ₀	160	6,77	3,24	6,22	7,59
	pH ₁₂	160	6,25	3,84	5,34	6,95
	pH ₂₄	160	5,8	4,47	5,06	6,87

n=número de amostra, x=média, cv=coeficiente de variação da média, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

A depleção de glicogênio nos animais estressados acarreta insuficiência de glicose para que ocorra a acidificação característica da transformação do músculo em carne. Falhas na acidificação podem ser mensuradas pelo pH da carne 24 horas após o abate. Esse é conhecido como pH final da carne ou pH₂₄. Um alto pH₂₄ (e.g. maior que 6,0) indica que ocorreu depleção do glicogênio antes do abate, como no caso de animais estressados, nos quais a carne pode apresentar-se com aspecto semelhante ao da carne *Dry, Firm and Dark* (DFD), que se caracteriza por ser seca, ter uma coloração escura e textura firme (GREGORY, 1998).

O limiar do valor de pH para definição de carne tipo DFD varia entre autores. SILVA et al. (1999) sugeriram classificação dos músculos bovinos quanto ao valor de pH₂₄, inferindo condição não compartilhada pela maioria dos autores de que a faixa de

pH entre 5,5 a 5,8 corresponderia a carne normal, de 5,8 a 6,2 tendendo a tipo DFD e acima de 6,2 como carne tipo DFD.

De acordo com as Normas da União Europeia, não se admite a importação de carnes bovinas de países onde ocorra febre aftosa sem que as carnes passem pela denominada “maturação sanitária”. Nessa condição o parâmetro usual é a determinação do pH_{24} , cujo valor deve ser inferior a 6,0 quando aferido no grupo dos músculos Longissimus, na região do lombo da carcaça. A maioria dos exportadores utiliza o valor 5,9 como margem de segurança para essa finalidade. Assim, neste trabalho, optou-se por utilizar o valor de 6,0 como um parâmetro para limitar as condições indicativas de pré-abate adequado ou inadequado.

Nesse contexto, utilizando o valor de 6,0 como referência para ponto de corte entre carcaças com e sem problemas, a Figura 11, a seguir, mostra a distribuição de todos os valores de pH_{24} das carcaças avaliadas, independentemente da terminação e da classe sexual. Esse aspecto é útil para verificar, de modo complementar à curva de tendência de queda do pH, o percentual de carcaças com eventuais problemas e aquelas que se comportaram normalmente ou de modo esperado. Assim, conforme verificado, 26 carcaças, ou seja, 16,2%, apresentaram valores de pH maior ou igual a 6,0, denotando problemas de acidificação e da transformação do músculo em carne. Outras 17 carcaças (10,6%) apresentaram a condição de pH marginal, ou seja, 5,9 e, portanto, por segurança seriam excluídas da pauta de exportação para carne *in natura*. Desse modo o percentual de carcaças com problemas se eleva para 26,8%, correspondendo a mais de $\frac{1}{4}$ de todo o universo avaliado.

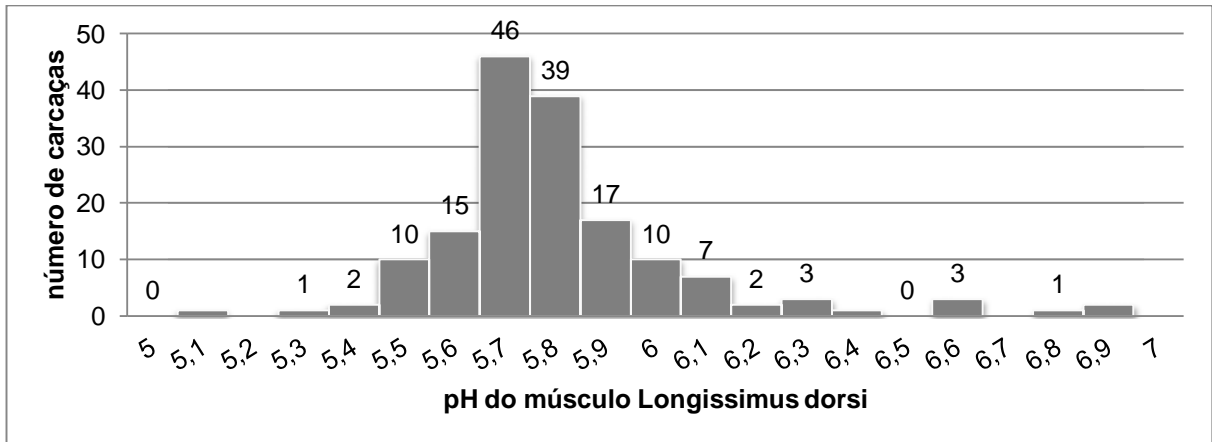


Figura 11. Distribuição dos valores de pH₂₄ avaliados no músculo *Longissimus dorsi* em carcaças de bovinos para a amostragem total (n=160).

Na tabela 13 observam-se os valores médios de pH obtidos para os diferentes sistemas de terminação (pasto e confinamento) e classes sexuais (macho e fêmea).

Tabela 13. Valores médios, mínimos e máximos do pH₂₄ do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o sistema de terminação (pasto e confinamento) e a classe sexual (macho e fêmea).

	n	x	cv (%)	min.	max.
Pasto	80	5,87 a(*)	5,64	5,06	6,87
Confinamento	80	5,74 b	2,37	5,52	6,29
Machos	80	5,9 a	5,35	5,06	6,87
Fêmeas	80	5,71 b	2,24	5,33	6,04

n=número de amostra, x=média, cv=coeficiente de variação, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

(*) letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Além da diferença significativa observada entre animais produzidos em pasto e confinamento, verifica-se que a média determinada para os animais de pasto foi de 5,9. Esse valor se enquadra na situação limítrofe de segurança para maturação sanitária. Observou-se também que o coeficiente de variação foi praticamente o dobro do verificado para animais de confinamento, e que o valor máximo obtido mostrou-se muito

próximo da neutralidade (6,9), consequentemente caracterizando carne de curta vida de prateleira.

A distribuição das frequências relativas do pH_{24} das carcaças dos bovinos terminados em pasto e em confinamento encontram-se na Figura 12. Verifica-se que a média observada para os animais de pasto foi alavancada pela ocorrência de 22 valores acima de 5,9, correspondendo a 27,5% dos animais. Assim, 72,5% dos animais de pasto mostraram valores de pH indistintos quando comparados com os de confinamento. Esse fato talvez corrobore com as observações de autores que justificam maior reatividade ao manejo pré-abate em algumas condições envolvendo animais de pasto. Comparativamente, para animais de confinamento, apenas 7 carcaças apresentaram valores superiores a 5,9 (8,7%), confirmando a menor variabilidade observada.

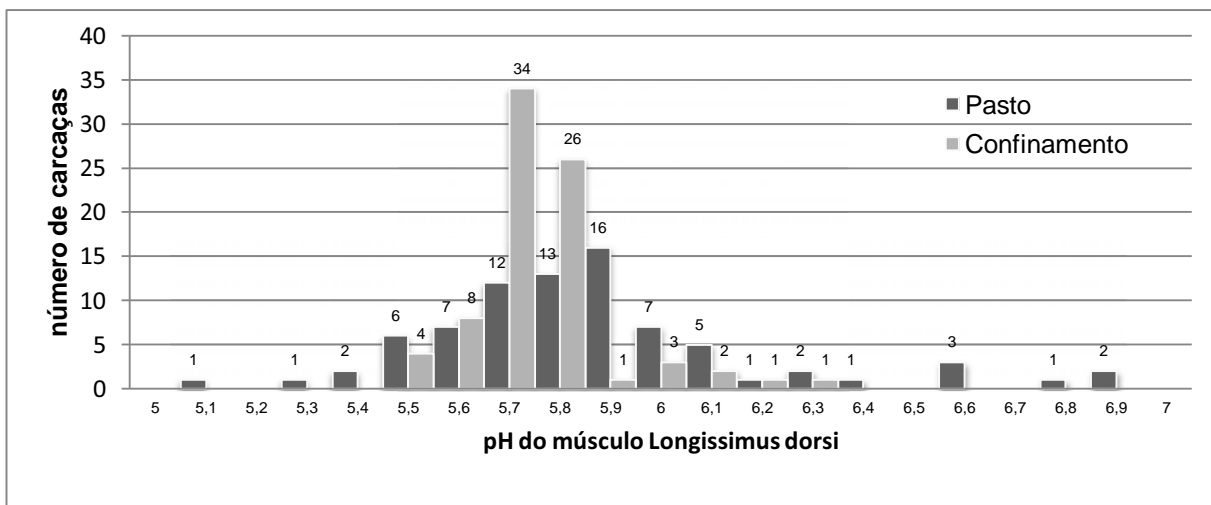


Figura 12. Distribuição do pH_{24} no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos terminados em pasto (n=80) e em confinamento (n=80).

Outro aspecto interessante que pode ser constatado, além da menor variabilidade do pH determinado para os animais de confinamento, foi que 76,25% desses resultados correspondem a valores muito próximos do limite de 6,0, ou seja, de

5,7 a 5,9. Esse fato denuncia uma outra característica particular desse grupo qual seja, uma maior dificuldade na queda natural esperada para o pH e que condiz com animais submetidos a uma condição de estresse persistente. Assim, qualquer descuido resultaria em queda anômala de pH e também na obtenção de carnes anormais.

Esses resultados condizem com aqueles descritos por SHORTHOSE (1989), com média de pH dos bovinos produzidos em pasto significativamente maior em relação aos produzidos em confinamento. O autor realizou uma pesquisa com 3.000 bovinos, terminados em pastagem ou confinamento. Verificou que 84% dos lotes oriundos de pastagem tinham mais de 5% de incidência de carne tendendo a DFD, contra apenas 30% dos lotes de confinamento. O autor atribuiu a diferença ao temperamento mais calmo dos animais de confinamento já adaptados a certo grau de manejo.

Para as classes sexuais também foi observada diferença significativa entre a média de pH₂₄ para machos e fêmeas (Tabela 13). Observou-se que os machos apresentaram média de pH também limítrofe (5,9), sendo esses dados semelhantes aos obtidos por WULF et al. (1997), que também observaram valores de pH significativamente maiores nos machos quando comparados às fêmeas. Os autores atribuíram o ocorrido ao fato dos machos inteiros serem mais temperamentais em relação às fêmeas e mostraram que o temperamento também estava correlacionado com inúmeras outras características do músculo *Longissimus*, como sabor, maciez, cor etc.

Ao se fazer o mesmo tipo de análise realizada para a condição anterior, verifica-se agora que enquanto 28 machos (35%) apresentaram valores de pH superiores a 5,9, esse fato ocorreu apenas em um único caso para fêmeas (1,25%) (Figura 13). Também do mesmo modo anterior, ao analisar-se o comportamento da distribuição dos valores em função da classe sexual verificou-se que 51,25% dos valores de pH para machos situaram-se próximos ao valor de pH limítrofe, enquanto que essa condição ocorreu para a maioria dos valores determinados para fêmeas (76,25%).

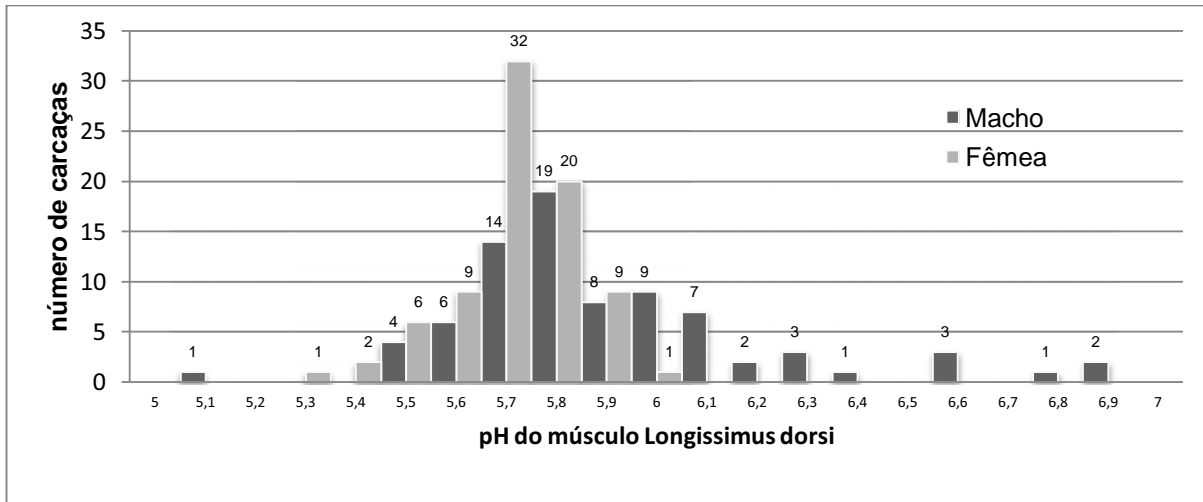


Figura 13. Distribuição do pH₂₄ no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos machos (n=80) e fêmeas (n=80).

Na sequência, devido ao fato de que as diferenças foram significativas para ambas as condições analisadas, realizou-se uma segmentação desses grupos para, mais uma vez, buscar indícios para tais diferenças. Os resultados são apresentados na Tabela 14. Assim, verifica-se que apenas machos de pasto apresentaram diferenças significativas em relação ao pH₂₄, com os demais grupos comportando-se de maneira mais homogênea.

Tabela 14. Valores médios, mínimos e máximos do pH₂₄ do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos de acordo com o sistema de terminação e classe sexual.

	n	x	cv (%)	min.	max.
Macho de Pasto	40	6,05 a(*)	5,90	5,06	6,87
Fêmea de Pasto	40	5,68 b	2,78	5,33	5,95
Macho de Confinamento	40	5,76 b	3,02	5,52	6,29
Fêmea de Confinamento	40	5,73 b	1,44	5,61	6,04

n=número de amostra, x=média, cv=coeficiente de variação, min.= valor mínimo, max.=valor máximo.

*médias nas colunas com as mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Quando esses dados são analisados de acordo com a distribuição de frequências conforme observado na Figura 14, dois aspectos principais chamam a atenção: primeiro que a distribuição para macho na condição de pastagem apresenta acentuado desvio a direita, com ampla extensão de valores dispersos até próximo da neutralidade; e segundo, que tanto machos quanto fêmeas oriundos de confinamento apresentaram tendência de maior agrupamento da distribuição, com valores concentrados em pH 5,7 e 5,8, conforme já observado anteriormente. Paradoxalmente, todos os valores de pH observados para fêmeas oriundas de pasto situam-se abaixo de 6,0.

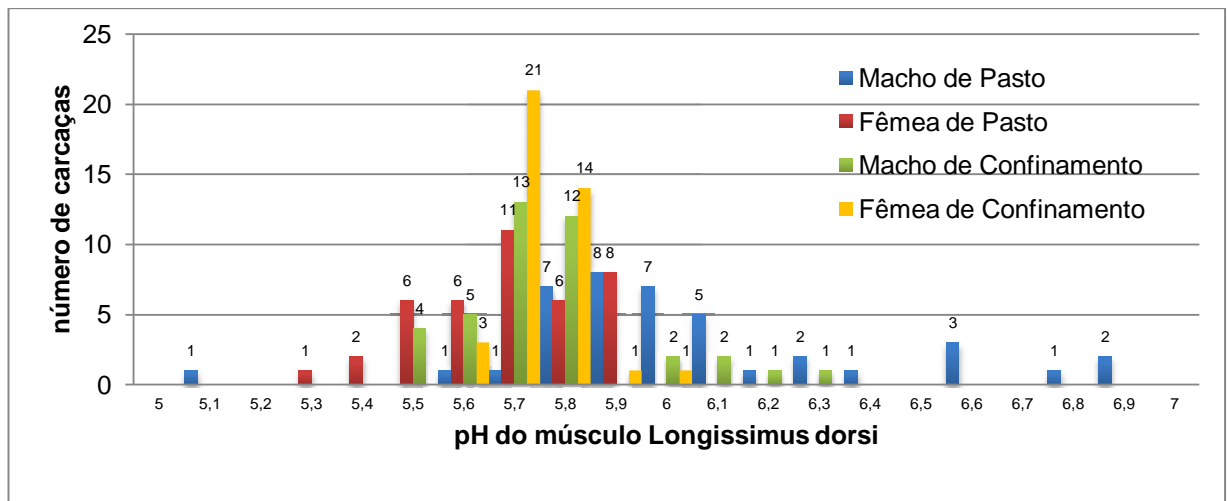


Figura 14. Distribuição do pH_{24} no músculo *Longissimus dorsi* em carcaça de bovinos machos de confinamento ($n=40$), fêmeas de confinamento ($n=40$), machos de confinamento ($n=40$) e fêmeas de confinamento ($n=40$).

5.4. Correlação entre lesões, enzimas séricas e pH

Com o intuito de verificar possíveis correlações nas variáveis estudadas (número de contusões musculares, atividade sérica das enzimas e pH_{24}) foi realizado o teste de Coeficiente de Correlação de Pearson (Figura 15).

Variáveis				
	Lesões	CK	AST	LDH
CK	0.33354			
AST	0.14326	0.69451		
LDH	0.27934	0.65007	0.65751	
pH ₂₄	-0.21051	-0.14407	-0.05916	-0.05504

Figura 15. Valores de r para as correlações determinadas entre as diferentes variáveis pelo método de Pearson.

Houve correlação significativa ($p < 0,05$) entre as enzimas (CK, AST, LDH), ou seja, sempre que uma enzima tinha seu valor de atividade sérica aumentada as outras aumentavam também. Este resultado reforça a ideia que essas enzimas são indicativas de lesão muscular, pois são oriundas, entre outros lugares, de musculatura esquelética. Deste modo, sempre que houver um fator que resulte em alguma alteração muscular e haja liberação de alguma destas enzimas para a corrente sanguínea, as demais também serão liberada. Todavia, todos os coeficientes de correlação determinados foram muito baixos e próximos, de $r = 0,69$ para CK e AST, de $r = 0,65$ para CK e LDH e $r = 0,66$ para AST e LDH, resultando em baixos coeficientes de determinação (r^2), respectivamente de 47,6, 42,2 e 43,6%. Conseqüentemente, apesar do raciocínio anterior, verifica-se também que há certa especificidade na atuação dessas enzimas com mais de 50% das vezes variando independentemente da condição analisada, ou seja, a de ocorrência de lesão muscular.

Os demais coeficientes determinados para as relações entre pH e enzimas, pH e lesões e lesões e enzimas, apesar de ocorrerem e até apresentarem significância estatística, foram todos muito pobres, abaixo de $r = 0,33$, que foi o valor determinado para a correlação entre a variação de CK e a quantidade de lesões monitoradas.

6. CONCLUSÕES

1. As contusões superficiais de carcaças continuam ocorrendo em níveis elevados (58,1%), embora a maioria tenha sido classificada como de grau I (96,11%), mas continuam ocorrendo com uma média de 1,2 lesões por carcaça. As fêmeas apresentaram mais lesões que os machos e o coxão foi a região mais afetada da carcaça.
2. As enzimas séricas apresentaram valores elevados quando comparados aos de referência, principalmente CK e LDH. Os valores determinados para todas as enzimas foram maiores nos animais de pasto. Dessas, as fêmeas apresentaram maiores valores de CK, enquanto que os machos apresentaram maiores valores de AST.
3. Uma quantidade expressiva de carcaças (26,8%) apresentou valores de pH indesejáveis, de 5,9 ou mais. Os animais de pasto e a classe dos machos foram os segmentos que apresentaram os maiores valores de pH, com destaque para machos de pasto. Há observação de perfis distintos entre pasto e confinamento.
4. As análises de correlação entre as distintas avaliações, tanto globais quanto segmentadas, evidenciaram baixos coeficientes de correlação e de determinação. Assim, as associações são indiretas, com tais parâmetros atuando como complementares uns aos outros.

Desse modo, verificou-se alguma mudança positiva em relação às boas práticas de pré-abate e abate adotadas pelo estabelecimento onde esse experimento foi realizado, mas verifica-se que muito há de se fazer para contempla-las adequadamente, assim como adequa-las a melhores condições de bem-estar animal e qualidade da carne.

REFERÊNCIAS (*)

ALMEIDA, L. A. M. **Manejo no pré-abate de bovinos: aspectos comportamentais e perdas econômicas por contusões**. 2005. 62 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

ANDRADE, E. N. et al. **Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no Pantanal em função do transporte**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.7, p.1991-1996, 2008.

BLANCHARD, P.; WARKUP, C.; MATTEWS, K. A glossary of carcass and meat quality terms. **Meat and Livestock Commission**, 1999. Disponível em: http://dev.bpex.org.uk/articles/295154/A_glossary_of_carcass_and_meat_quality_terms.aspx. Acesso em: 13 jan. 2012.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, v.81-82, n.1, p.209–230, 2007.

BRANCACCIO, P.; LIPPI, G.; MAFFULLI, N. Biochemical markers of muscular damage. **Clinical Chemical and Laboratory Medicine**, v.48, n.6, p.757-767, 2010.

BRANDI, R. A. et al. Parâmetros bioquímicos de equinos submetidos à simulação de prova de enduro recebendo dietas com adição de óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.2, p.313-319, 2010.

BROOM, D. M. Welfare assessment and problem areas during handling and transport. In: Grandin, T. **Livestock Handling and Transport**. 2 ed., Wallingford: CAB International, 2000. cap. 4, p.43–63.

*Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000. 22p.

CAIADO, J. C. C. et al. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.31, n.5, p.452-458, 2011.

DAIROT, D. J.; BRANDELLI, A. Implications of skeletal muscle creatine kinase to meat quality. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.17, n.3, p.285-294, 2008.

DA CÁS, E. L. et al. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em equinos da raça crioula. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.625-629, 2000.

DI FILLIPO, P. A.; SANTANA, A. E. Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase em equinos com cólica. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.4, p.1138-1143, 2008.

DITTRICH, R. L. et al. Valores bioquímicos séricos em potros da raça puro sangue inglês suplementados com diferentes tipos de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.4, p.631-634, 2000.

EMBRAPA. **Castração De Bovinos De Corte: A Decisão É Do Produtor**. 1997. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD22.html>. Acesso em: 12 dec. 2012.

European Commission. **The welfare of chickens kept for meat production (Broilers)**. 2000. 149 p. The Welfare of Chickens kept for Meat Production (Broilers). Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. 2000. 149 p. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/dg24/health/sc/scah/index-en.html>. Acesso em: 13 jan. 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Regional Office for Asia and The Pacific 2001. Effects of stress and injury on meat and by-product

quality. In: Heinz, G.; Srisuvan, T. **Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock**. 1 ed., Bangkok, 2001.

FELICIO, P.E. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina. In: A. M. Peixoto, A. M; Moura, J. C; Faria, V. P. **Produção de Novilho de Corte**.1. ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v.único, p.79-97.

FERGUSON, D. M. et al. Factors affecting beef palatability – Farmgate to chilled carcass. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, n.7, p.879–891, 2001.

GARCIA, L. G. et al. National Beef Quality Audit-2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Philadelphia, v.86, n.12, p.3533-35, 2008.

GALLO, C. et al. Características de los bovinos faenados en la Xa Región (Chile) según las pautas indicadas en las normas oficiales de clasificación y tipificación. **Archivos de Medicina Veterinaria**, vol.31, n.1, p.81-88, 1999.

GALLO, C.B., TADICH, T.A. South America. In: APPLEBY, M. C. et al. **Long distance transport and welfare of farm animals**. Wallingford: CAB Internacional, 2008. cap.7, p.157-181.

GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. 2. ed., Wallingford: CAB International, 2000. 449 p.

GRANDIN, T. **Livestock handling guide**: management practices that reduce livestock bruise and injuries and improve handling efficiency. Bowling Green: National Institute for Animal Agriculture, 2001. 7 p.

GRANDIN T. Cómo detectar la causa de las contusiones. Colorado State University Department of Animal Sciences Fort Collins, 2003. Disponível em:

<http://www.grandin.com/spanish/como.detector.cause.contusimes.html>. Acesso em: 13 dez. 2011.

GRANDIN, T. **Recommended Animal Handling Guidelines and Audit Guide 2007 Edition**. American Meat Institute Foundation, 2007. 96 p.

GREGORY, N. G. **Animal Welfare and Meat Science**. 1. ed. New York: CABI Publishing 1998. 298 p.

GRUBER, S. L. et al. Relationships of behavioral and physiological symptoms of preslaughter stress to beef longissimus muscle tenderness. **Journal of Animal Science**. v.88, n.3, p.1148-1159, 2009.

GUARDIA, M. D. et al. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. **Meat Science**, v.67, n.3, p.471-478, 2004.

GUARDIA, M.D. et al. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v.70, n.4, p.709–716, 2005.

HENNING, P. A. Transportation of animals by road for slaughter in South Africa. Proceedings of the 4th International Symposium on Livestock Environment. American Society of Agricultural Engineers. p. 536-541, 1993.

JARVIS, A. M.; SELKIRK, L.; COCKRAM, M. S. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. **Livestock Production Science**, v.43, n.3, p.215-224, 1995.

JARVIS, A. M.; MESSER, C. D. A.; COCKRAM, M. S .T. Handling, Bruising and Dehydration of Cattle at the Time of Slaughter. **Animal Welfare**, v.5, n.3, p.259-270, 1996.

JIANG, Z.L. et al. Muscle Damage Induced by Experimental Hypoglycemia. **Metabolism**, v.47, n.12, p.1472-1476, 1998.

JOAQUIM, C. F. **Efeitos da distância de transporte em parâmetros post mortem de carcaças bovinas**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. San Diego: Academic Press/Elsevier, 1997. 932 p.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. Boston: Academic Press/Elsevier, 2008. 916 p.

KEER, M. G. **Veterinary laboratory medicine**. 2. ed. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2002. 368 p.

LAWRIE, R. A; trad. RUBENSAM, J. M. **Ciência da carne**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEFEBVRE, H.P. et al. Non-invasive and quantitative evaluation of post-injection muscle damage by pharmacokinetic analysis of creatine-kinase release. **Veterinary Research**, v.27, n.4, p.343-361, 1996.

LENSINK, B.J. et al. The impact of gentle contacts on ease of handling, welfare and growth of calves and on quality of veal meat. **Journal of Animal Science**, v.78, n.5 p.219-1226, 2000.

LENSINK, B.J. et al. The influence of farmers' behaviour on calves reactions to transport and quality of veal meat. **Journal of Animal Science**, v.79, n.3, p.642-652, 2001.

MACH, N., BACH, A., VELARDE, A., DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v.78, n.3, p.232-238, 2008.

MARÍA, G. A. Meat Quality. In: APPLEBY, M. C. et al. **Long distance transport and welfare of farm animals**. Wallingford: CAB Internacional, 2008. cap.4, p.77-112.

MARQUES, D. C. **Criação de Bovinos**. 7. ed. Belo Horizonte: CVP, 2003. 586 p.

MATOS, J. A. M. Aumento de la actividad de la creatinasa y miopatía por estatinas. **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, v.15, n.4, p.164-168, 2003.

MCNALLY, P. W.; WARRISS, P. D. Recent bruising in cattle at abattoirs. **Veterinary Record**. v.138, n.6, p.126-128, 1996.

MINKA, N. S.; AYO, J. O. Effects of loading behaviour and road transport stress on traumatic injuries in cattle transported by road during the hot-dry season. **Livestock Science**, v.107, n.1, p. 91-95, 2007.

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.355-364, 2008.

MUIR, P. D.; BEAKER, J. M.; BOWN, M. D. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.41, n.4, p.623-635, 1998.

NICHOLSON, J. D. W. **National Market Cow And Bull Beef Quality Audit-2007: A Survey Of Producer-Related Defects**. 2008. 150 f. Dissertação (Master of Science in Animal Science) - Office of Graduate Studies, Texas A&M University, College Station, 2008.

INN, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 2002. Canales de bovino – Definiciones y tipificación. Norma Chilena Oficial NCh. 1306, Of. 02.

OIE. **Terrestrial Animal Health Standards Commission**. September 2011 Report, Animal welfare and beef cattle production systems, 2011.

PAGE, J. K.; WULF, D. M.; SCHWOTZER T. R. A survey of beef muscle color and pH. **Journal of Animal Science**, v.79, n.3, p.678-687, 2001.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, v.18, p.26-42, 2000.

PARDI, M. C. et al. **Ciência Higiene e Tecnologia da Carne**. 1.ed. Goiânia: Editora UFG, 1996. 1110 p.

PÉREZ. M. P. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.61, n.4, p.425–433, 2001.

PHILLIPS, C. **Cattle Behaviour and Welfare**. 2. ed. Oxford: Blackwell Science, 2002. 264 p.

PRANDL, O. et al. **Tecnología e higiene de la Carne**. 1. ed. Zaragoza: Editorial ACRIBIA S.A., 1994. 854 p.

PREEDY, R.; PETERS, T. J. **Skeletal muscle**. 1. ed. London : Greenwich Medical Media, 2002. 716 p.

RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2002 1737 p.

RIBEIRO, C. R. et al. Avaliação de constituintes séricos em equinos e muarees submetidos à prova de resistência de 76km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1081-1086, 2004.

ROGERS, S. A.; HOLLYWOOD, N. W.; MITCHELL, G. E. The microbiological and technological properties of bruised beef. **Meat Science**, v.32, n.32, p.437-447, 1992.

ROGERS, S. A.; HOLLYWOOD, N. W.; MITCHELL, G. E. The effect of bruised beef addition on the quality of processed meat products. **Meat Science**, v.33, n.1, p.51-59, 1993.

ROEBER, D. L. et al. National market cow and bull beef quality audit-1999: a survey of producer-related defects in market cows and bulls. **Journal of Animal Science**, v.79, n.3, p.658-665, 2001.

SHORTHOSE, W.R. Dark-cutting in beef and sheep carcasses under the different environment of Australia. In: Proceedings of an Australian Workshop. Australian Meat and Live-stock Research and Development Corp. Sydney South, p.68-73, 1989.

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

SKENDERI, K.P. et al. Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.38, n.6, p.1054-1057, 2006.

SMITH, G.C. et al. **Effect of transport on meat quality and animal welfare of cattle, pigs, sheep, horses, deer, and poultry**. Kansas State University, Dec. 2004. Disponível em: <http://www.grandin.com/behaviour/effect.of.transport.html>. Acesso em: 13 dec. 2011.

SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F.; SARTOR, V. **Informações Básicas para projetos de construções rurais: bovinos de corte**. UFV. Viçosa. 2003.

SPORER, K. R. B. et al. Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. **Journal of Animal Science**, v.86, n.6, p.1325-1334, 2008.

STEDMAN, T. L. **Dicionário Médico**. 27. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 2017 p.

STRAPPINI, A. C. et al. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. **Animal**, v.3, n.5, p.728-736, 2009.

STRAPPINI, A. C. et al. Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. **Meat Science**, v.86, n.3, p.859–864, 2010.

TADICH, N. et al. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian-cross steers in Chile. **Livestock Production Science**, v.93, n.3, p.223-233, 2005.

TATUM, J. D.; GRUBER, S. L.; SCHNEIDER, B. A. Pre-harvest factors affecting beef tenderness in heifers. **National Cattlemen's Beef Association**. 2007. Disponível em: <http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PreHarvest%20Factors%20Affecting%20Beef%20Tenderness%20in%20Heifers.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2012.

TEIXEIRA-NETO, A.R. et al. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549, 2008.

THRALL, M. A. et al. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1. ed. São Paulo: Rocca, 2007. 582 p.

VOISINET, B. D. et al. Bos indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. **Meat Science**. v.46, n.4, p.367–377, 1997.

WALLIMANN., T. et al. Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the “phosphocreatine circuit” for cellular energy homeostasis. **Biochemical Journal**, v.281, n.1, p.21-40, 1992.










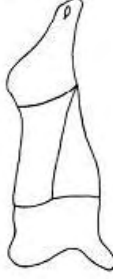


WARRISS, P. D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. **Applied Animal Behavior Science**, v.28, n.1, p.171-186, 1990.

- WARRISS, P. D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia S.A., 2003. 309 p.
- WYSS, M. et al. Mitochondrial creatine kinase: a key enzyme of aerobic energy metabolism. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1102, n.2 p.119-166, 1992.
- WEEKS, C. A.; McNALLY, P. W.; WARRISS, P. D. Influence of the design of facilities at auction markets and animal handling procedures on bruising in cattle. **Veterinary Record**, v.150, n.24, p.743-748, 2002.
- WULF, D. M. et al. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.684–692, 1997.
- WYTHES, J.R., KAUS, R.K.; NEWMAN, G.A. Bruising in beef cattle slaughtered at an abattoir in Southern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.25, n.4, p.727–733, 1985.
- WYTHES, J.R. et al. Carcass and meat quality of *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle in Northern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.29, n.6, p.757–763, 1989.
- YEH, E. et al. Bruising in cattle transported over long distances. **Veterinary Record**, v.103, n.6, p.117–119, 1978.
- YU, J. et al. The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of *M. longissimus dorsi* in pigs. **Meat Science**, v.83, n.3, p.474–478, 2009.

Apêndice A:

Data: _____

Grau: [0-ausente/1-subcutâneo/2-muscular/3-ósseo]

 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>
 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>
 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>
 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>	 <p>Seq. N°: Lote: Idade:</p>

