



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**DETECÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DE CARÇAÇAS E DA CARNE BOVINA ORIUNDAS DE  
ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS LOCALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL E  
ENTORNO**

**THAÍS REZENDE LEITE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM SAÚDE ANIMAL**

**BRASÍLIA / DF**

**JUNHO/ 2018**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**DETECÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DE CARÇAÇAS E DA CARNE BOVINA ORIUNDAS DE  
ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS LOCALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL E  
ENTORNO**

**ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> ANGELA PATRÍCIA SANTANA**

**COORIENTADOR: Prof. Dr. PAULO EDUARDO NARCISO DE SOUZA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
EM SAÚDE ANIMAL**

**PUBLICAÇÃO:**

**BRASÍLIA / DF**

**JUNHO/ 2018**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

LEITE, T.R. **Detecção de espécies reativas de oxigênio e avaliação da qualidade de carcaças e da carne bovina oriundas de abatedouros frigoríficos localizados no Distrito Federal e Entorno.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2018, 54 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de Mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

### FICHA CATALOGRÁFICA

Ld	Leite, Thais Rezende DETECÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CARÇAÇAS E DA CARNE BOVINA ORIUNDAS DE ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS LOCALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO / Thais Rezende Leite; orientador Angela Patricia Santana; co-orientador Paulo Eduardo Narciso de Souza. -- Brasília, 2018. 54 p.  Dissertação (Mestrado - Mestrado em Saúde Animal) -- Universidade de Brasília, 2018.  1. . I. Patricia Santana, Angela, orient. II. Narciso de Souza, Paulo Eduardo, co-orient. III. Título.
----	---



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**DETECÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E AVALIAÇÃO DA  
QUALIDADE DE CARÇAÇAS E DA CARNE BOVINA ORIUNDAS DE  
ABATEDOUROS FRIGORÍFICOS LOCALIZADOS NO DISTRITO FEDERAL E  
ENTORNO**


**THAÍS REZENDE LEITE**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA  
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
SAÚDE ANIMAL, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE EM SAÚDE ANIMAL.**

**APROVADA POR:**

  
ANGELA PATRÍCIA SANTANTA, PROF. DRA. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

  
SIMONE PERECMANIS, PROF. DRA. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
(EXAMINADOR INTERNO)

  
CRISTIANO SALES PRADO, PROF. DR. UNIVERSIDADE FERREDEAL DE  
GOIÁS  
(EXAMINADOR EXTERNO)

**BRASÍLIA/DF, 15 de JUNHO de 2018**

## AGRADECIMENTOS

A meus pais e minha família que me acompanharam por toda essa jornada em todos os momentos.

A minha orientadora Angela Patricia Santana que acreditou que eu era capaz e me deu a grande oportunidade de realizar este trabalho e pelo apoio de todos do Laboratório de Microbiologia de Alimentos/UnB por todo auxílio durante a pesquisa.

Aos professores Paulo Eduardo Narciso de Souza, meu coorientador, e Fabiane Hiratsuka Viegas de Souza pelas orientações, paciência, e por disponibilizar os Laboratórios de Bioquímica e Química de Proteínas da Universidade de Brasília, e o de Ressonância Paramagnética Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de Brasília para o atual estudo.

Dentre os colegas, gostaria de agradecer imensamente a minha amiga Carla, que sempre estava disposta a ajudar nas coletas e não recusava um trabalho madrugado fora.

Em especial, ao meu namorado Natanael pela paciência e companheirismo, principalmente nessa reta final.

Não posso deixar de agradecer a futura Doutora Joana, sem sua presença e amizade nada disso teria acontecido.

Enfim, sou grata por todos que ajudaram a conquistar esse sonho de se tornar Mestre.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivos avaliar a qualidade da carcaça e da carne bovina em abatedouros frigoríficos localizados na região do Distrito Federal e Entorno. Foram coletados dados no pré-abate como a sexo, raça, idade, distância percorrida de viagem até os frigoríficos abatedouros, tempo de jejum e descanso. Observou-se os hematomas na carcaça após a esfolagem e realizou-se testes para determinar a qualidade da carne bovina por meio da aferição do pH 24 *post mortem*, colorimetria, perdas de peso por cocção e por gotejamento, assim como a aferição da força de cisalhamento. Avaliou-se e quantificou-se também as espécies reativas de oxigênio (ERO) em amostras de tecido muscular (músculo extensor radial do carpo) imediatamente após o abate. Foram analisadas 33 amostras de tecido muscular pela técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) para a detecção de ERO e, destes 33 bovinos, foram coletados uma amostra de carne provenientes do músculo *Longissimus dorsi*, distribuídas em 4 visitas, coletadas 24h *post mortem* sob refrigeração nos abatedouros frigoríficos. Verificou-se a presença de hematomas nas carcaças nas regiões de cauda e garupa, membro pélvico, flanco, costela, membro torácico e região cervical, sendo as regiões de cauda, garupa e flanco as mais atingidas. Nos testes para avaliação da qualidade foi encontrado as médias de 5,8 para o pH 24h *post mortem*, L\*29,34, a\* 2,52 e b\* 1,31 na colorimetria, 2,30 kg/f para o cisalhamento, 11,75% de perdas por cozimento e 1,88% de perdas no gotejamento. No RPE encontrou-se a média de 52,59 ERO/g no tecido. Na análise estatística observou-se a tendência na correlação positiva da presença de hematomas com quantidade de ERO, e na correlação do valor de pH com presença de hematomas. Verificou-se ainda, estatisticamente, que o sexo foi um fator influenciador na maciez. Concluiu-se a partir dos resultados obtidos que a carne avaliada neste estudo se encontra dentro dos parâmetros de qualidade desejável. Foi possível a detecção de espécies reativas de oxigênio nas amostras de tecido muscular, entretanto mais pesquisas devem ser realizadas para quantificação em diferentes situações e uma possível padronização da técnica.

Palavras-Chave: Abatedouro, bovino, espécies reativas de oxigênio, qualidade da carne.

## ABSTRACT

The present study had as objectives to evaluate the quality of the carcass and the bovine meat in slaughterhouses located in the region of the Federal District and Surroundings. Pre-slaughter data were collected, such as sex, race, age, distance traveled to slaughterhouses, fasting and rest time. Hematomas were observed in the carcass after skinning and tests were carried out to determine beef quality by measuring post-mortem pH 24, colorimetry, weight loss by cooking and dripping, as well as by measuring the strength of shear. The reactive oxygen species (ROS) in muscle tissue samples (radial extensor carpi radial) were also evaluated and quantified immediately after slaughter. Thirty-three muscle tissue samples were analyzed by the Electronic Paramagnetic Resistivity (EPR) for the detection of ROS, and of these 33 cattle, a sample of meat from the *Longissimus dorsi* muscle was collected, distributed in 4 visits, collected 24 hours post-mortem under refrigeration in the slaughterhouses. Hematomas were found in the carcasses in the tail and croup, pelvic limb, flank, rib, thoracic and cervical regions, with tail, rump and flank regions being the most affected. In the tests for quality evaluation were found the mean values of 5.8 for pH 24h post mortem, L \* 29,34, a \* 2,52 and b \* 1,31 in colorimetry, 2,30 kg / f for shear, 11.75% cooking losses and 1.88% drip losses. In the RPE the mean of 52.59 ERO / g in the tissue was found. Statistical analysis showed a tendency in the positive correlation of the presence of hematomas with amount of ROS, and in the correlation of the pH value with the presence of hematomas. It was also verified, statistically, that the sex was an influencing factor in the softness. It was concluded from the results obtained that the meat evaluated in this study is within the parameters of desirable quality. It was possible to detect reactive oxygen species in muscle tissue samples, however, more research should be performed for quantification in different situations and a possible standardization of the technique

Key words: Slaughterhouse, cattle, meat quality, reactive oxygen species

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Representação dos resultados obtidos das quatro coletas realizadas nos abatedouros frigoríficos de bovinos em distância (km) da origem dos rebanhos à indústria, duração do tempo de transporte (h), tempo de descanso na indústria (h), raça, sexo e idade (meses).....21
- Tabela 2 - Resultados dos hematomas detectados nas carcaças bovinas separados por região acometida, número de animais afetados e a porcentagem dos animais com lesões.....27
- Tabela 3 - Análise de pH, força de cisalhamento, perdas por cozimento, perdas por gotejamento e colorimetria (L\*a\*b\*) das 33 amostras de carne (*Longissimus dorsi*) de bovinos obtidos após 24h na câmara de resfriamento de frigoríficos-abatedouros localizados no DF e Entorno.....29
- Tabela 4. Média dos valores das espécies reativas de oxigênio obtidas pela curva de EPR provenientes das amostras de tecido muscular, por grama.....34



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Resultados apresentados em Boxplot pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, para avaliação na relação entre as variáveis pH *versus* ausência e presença de hematomas.....31

Figura 2 - Resultados apresentados em Boxplot pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, para avaliação na relação entre as variáveis ERO no tecido/grama *versus* ausência e presença de hematomas.....35

## SÚMARIO

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1. Bem-estar animal na produção animal .....	4
2. Fatores extrínsecos que influenciam no bem-estar animal pré-abate e na qualidade da carne.....	5
3. Fatores intrínsecos que influenciam na qualidade da carne .....	7
4. Características Organolépticas da carne bovina .....	8
5. Espécies reativas de oxigênio .....	10
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
1. Objetivo geral .....	12
2. Objetivos específicos.....	12
<b>IV. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>II. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
1. Origem das amostras .....	20
2. Coleta de informações do manejo pré-abate.....	20
3. Coleta de tecido muscular para quantificação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e verificação de hematomas .....	21
4. Características de qualidade da carne bovina .....	22
4.a Teste de pH e colorimetria.....	22
4.b Perda de peso por cocção.....	22
4.c Teste de força de cisalhamento.....	23
4.d Perda de peso por gotejamento.....	23

5. Detecção das espécies reativas de oxigênio (ERO) no tecido muscular.....	23
5.a Medidas de ressonância paramagnética eletrônica (RPE) .....	24
6. Análise Estatística .....	25
<b>III. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
1. Coleta de informações do manejo pré-abate.....	26
2. Verificação de hematomas nas carcaças pós-abate .....	27
3. Características de parâmetros da qualidade da carne bovina .....	28
4. Resultados das medidas de ressonância paramagnética eletrônica nas amostras de tecido muscular .....	33
<b>V. CONCLUSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO I (Tabela com os dados com todas as coletas realizadas) .....</b>	<b>43</b>

## CAPÍTULO I

### I INTRODUÇÃO

A pecuária no Brasil se destaca como um dos mais lucrativos componentes do agronegócio nacional (ABIEC, 2015). No ano de 2016 representou R\$ 504,86 bilhões de reais no PIB (Produto Interno Bruto) nacional (ABIEC, 2016). Neste mesmo ano o rebanho bovino brasileiro chegou a 218,23 milhões de cabeças e foram mais de 36,90 milhões de carcaças abatidas (IBGE, 2017). Nesde o ano de 2016 o Brasil se manteve como maior exportador mundial de carne bovina, com 1.534.380 toneladas exportadas no ano de 2017, e rendeu o faturamento próximo a US\$ 6,2 bilhões (ABIEC, 2017). Desses, 76% foi atribuído a carne *in natura* com o faturamento de 4,7 bilhões de dólares (ABIEC, 2017).

Atualmente o estado brasileiro com maior número de bovinos abatidos é o Mato Grosso, seguido por Minas Gerais (ABIEC, 2017). O Distrito Federal não possui dados de abate de bovinos em 2017 registrados pelo IBGE, aparecendo por último os dados contabilizados no ano de 2015 com 77 mil animais abatidos, enquadrado no *ranking* nacional, a partir deste ano, como ‘outros estados’ com baixa participação de produção (IBGE, 2015; IBGE, 2017). Estimou-se o rebanho do DF em 2016 em 96 mil cabeças de gado, representando a menor produção do país (ABIEC, 2017), entretanto, o Distrito Federal é circundado pelo estado de Goiás que ocupa o terceiro lugar no *ranking* nacional de produção com 22,7 milhões de cabeças (ABIEC, 2017), o que contribui para o comércio no DF e Entorno.

Como um dos principais produtores e comerciantes da carne bovina, o Brasil busca se desenvolver para melhorar a competitividade e abrangência de mercado, investindo na qualidade e produtividade bovina (GOMES et al., 2017). O mercado consumidor, tanto interno quanto externo, passa a exigir um produto final de qualidade e, com isso, faz-se necessário estudos e pesquisas na cadeia produtiva da carne para a identificação dos fatores ligados as alterações que podem prejudicar o resultado do produto final (IGARASI, et al. 2008). Dentre os fatores exigidos pelo consumidor busca-se um bom teor de maciez, sabor, suculência e coloração, características determinantes para a decisão de compra (JUNIOR et al., 2011). Os fatores que influenciam nessas características estão relacionados com o

manejo pré-abate (alimentação fornecida, raça, genética e estresse) e as práticas pós-abate (mudança de pH, acondicionamento em câmara fria) (JUNIOR et al., 2011).

Inúmeras pesquisas são realizadas na cadeia produtiva da carne bovina que avaliam as características organolépticas com os fatores intrínsecos, tais como raça, idade e sexo, e com extrínsecos, como alimentação, estresse, hematomas na carcaça, dentre outros (ANDRADE et al., 2010; IGARASSI et al., 2008; ROMERO et al., 2013). Fatores extrínsecos como o estresse causado no manejo pré-abate, incluindo transporte e condução na própria indústria, podem servir de indicadores para a qualidade do produto final, pois há correlação entre o estresse e a má qualidade observados na carne (ROMERO et al., 2013; ROMERO et al., 2017). E para realizar as análises organolépticas da carne bovina são utilizados testes de já consolidados na literatura como a leitura do pH, colorimetria e cisalhamento (KLONT et al., 1999; WHEELER et al., 1997; AMSA, 2012) bem como a capacidade de retenção de água por perdas por cocção e gotejamento (ANDRADE et al., 2010).

A Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) é uma técnica que tem sido utilizada para a detecção dos radicais livres a nível intracelular e extracelular (JACKSON, J. M., 2011) principalmente em tecidos com reações inflamatórias (LINARES et al., 2001; TSUHAKO et al., 2006; HOLMES-HAMPTON et al., 2013; WILLIS et al., 2014). Sabe-se que os radicais livres em concentrações maiores que os antioxidantes produzem um estado de estresse oxidativo que gera danos em nível tecidual e celular (ZHANG et al., 2014).

Nos alimentos a técnica tem sido utilizada para revelar a presença de radicais livres e reações que levam à perda da qualidade do produto (SCHAICH, K.M. 2002), como a oxidação, maior causa de deterioração e comprometimento da qualidade da carne durante o processamento e armazenamento, pois gera danos principalmente no tecido lipídico e proteico (ZHANG et al., 2014). A oxidação proteica na carne gera mudanças nas proteínas que podem influenciar na transformação do músculo em carne e assim na qualidade do produto (ZHANG et al., 2014).

Bollumar e colaboradores em 2014 investigaram a interação dos radicais livres e antioxidantes em produtos como a carne bovina e a de frango conservados sob alta pressão, e foi observado que fatores como o histórico pré-abate, a idade, tempo de maturação da

carne, e o transporte realizado do frigorífico até a indústria podem interagir na oxidação desses produtos alterando a composição química da carne.

Não foi encontrado, até o presente momento, pesquisas literárias que façam a correlação da presença de espécies reativas de oxigênio (ERO) com manejos inadequados de animais de produção. Portanto, pesquisas devem ser realizadas visando a verificação da existência ou não desta correlação entre a formação de radicais livres e as reações fisiológicas desencadeadas a partir do estresse gerado aos animais pelas condições inadequadas de manejo no abatedouro (BOLLUMAR et al. 2014).

Na região do Distrito Federal e Entorno não há informações sobre as características da qualidade da carne bovina, no que se refere ao pH, maciez, perda de peso por cocção e gotejamento, bem como a caracterização do manejo pré-abate, e de suas consequências após abate na rotina diária das indústrias frigoríficas.

Levando-se em consideração a importância do conhecimento das características organolépticas da produção da carne bovina de qualidade, este projeto teve por objetivo avaliar a qualidade da carne produzida no Distrito Federal e, Entorno, e ainda, por espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE), avaliar a presença de espécies reativas de oxigênio presentes no tecido muscular pós-abate.

## II REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Bem-estar animal na produção animal

A consciência da importância do bem-estar animal (BEA) teve início com a publicação do livro de Harrison em 1964 intitulado ‘Animal Machines’, sendo uma forte crítica ao que se passava na indústria intensiva de produção animal. Em resposta a essas críticas o governo britânico nomeou uma comissão técnica para avaliar a resposta dos animais frente aos maus tratos citados, e foi, então, realizado um relatório por esse comitê, mundialmente conhecido como Comitê de Brambell em 1965, que determinou o conceito de bem-estar nas atividades que inclui o estado físico e mental do animal, assim como as 5 liberdades pelas quais deveriam apresentar-se livre de: (1) fome e sede, (2) de desconforto, (3) de dor, (4) maus-tratos e (5) doenças. A partir destes eventos, em 1979 criou-se o Farm Animal Welfare Council (FAWC), comitê de bem-estar de animais agrícolas do Reino Unido, que continuou a estudar e desenvolver melhorias para os animais, buscando a certeza que o homem conseguiria dar aos animais uma vida digna de ser vivida (FAWC, 2009).

No Brasil a legislação e iniciativas na área de proteção animal e bem-estar veem se desenvolvendo desde 1934, quando se criou o primeiro decreto que estabeleceu medidas de proteção aos animais. Posteriormente originaram-se leis e instruções normativas referentes ao manejo com os animais, dentre estas se destaca: Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – que determina a Lei de crimes ambientais; Instrução Normativa nº 03 de 2000 – a qual aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue; Lei Nº 10.519, de 17 de julho de 2002 – que dispõe sobre a promoção e fiscalização da defesa sanitária animal quanto a realização de rodeio e outras providências; Projeto - Lei 215/2007 - Instituiu o Código Federal de Bem-Estar Animal; Instrução Normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008 - Estabeleceu os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico (Rebem), abrangendo os sistemas de produção e o transporte; Lei Nº 11.794, de 8 de outubro de 2008 - Estabeleceu os procedimentos para o uso científico de animais; Instrução Normativa nº 12 de 2017 – Determinou o credenciamento de entidades para Treinamento em Abate Humanitário e a Resolução Nº

675/2017 CONTRAN – que dispõe sobre transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição.

O bem-estar animal, voltado aos animais de produção, engloba o sistema em que são criados e o manejo adotado pelos pecuaristas (MOLENTO, C.F.M. 2005). O impacto do BEA nos animais de produção vai além da qualidade de vida dos animais, visto que, ocorre também perdas econômicas, uma vez que um cenário com poucas condições de bem-estar pode trazer uma baixa produção, qualidade inferior dos produtos, alto índice de doenças e reprodução e até a morte (HÖTZEL e FILHO, 2004).

As formas de implantar o BEA nas fazendas seriam por meio de manejo adequado dependendo do sistema de produção, atentando-se ao local de criação (sistema intensivos e confinamento devem oferecer um ambiente limpo, bem cuidado, espaçoso com enriquecimento ambiental), alimentação adequada e balanceada, manejo durante as conduções dentro da propriedade, transporte até o abatedouro frigorífico, dentre outros (HÖTZEL e FILHO, 2004).

Analisando o ponto de vista comercial, em países em desenvolvimento ainda não é encontrado o BEA como um bem comercializável concentrando-se prioritariamente na produtividade a fim de obter lucro, diferentemente do padrão europeu, no qual o mercado consumidor busca por produtos certificados, uma vez que há uma maior sensibilidade à cadeia produtiva animal (MOLENTO, C.F.M. 2005). Na questão econômica, o BEA pode vir aparecer como uma barreira comercial, uma vez que a qualidade do produto também se mostra inferior aos animais que vivenciam situações estressantes além das legislações estrangeiras se mostrarem mais eficientes e rígidas neste quesito (MOLENTO, 2005).

Baseado nos levantamentos bibliográficos realizados foi observado que muitas pesquisas referentes ao tema bem-estar animal são realizadas no Brasil (QUEIROZ et al, 2014; LANGONI, H. 2014) ganhando um espaço cada vez maior na cadeia produtiva, melhorando a condição de vida dos animais e ainda oferecendo um produto de melhor qualidade à população consumidora.

## **2. Fatores extrínsecos que influenciam o bem-estar animal pré-abate e a qualidade da carne**



Encontra-se uma relação entre os fatores que prejudicam o bem-estar animal e os que influenciam na qualidade da carne (JUNIOR et al., 2011). Estes são observados principalmente no pré-abate durante a manipulação do homem com o animal, desde o momento do transporte e descarregamento, na qualidade da infraestrutura da indústria, no jejum hídrico e de sólidos, na separação dos lotes, e em todo o manejo adotado no abatedouro frigorífico até o momento do abate (JUNIOR et al., 2011; MENDONÇA et al., 2016).

O transporte de bovinos nas rodovias de todo o país é a prática mais empregada para deslocar os animais de produção para o abatedouro (JIMENEZ FILHO, D.L, 2012; BRASIL, 2013; MENDONÇA et al., 2016). Essa etapa possui grande importância, uma vez que no carregamento e durante o transporte é uma das primeiras etapas em que o bovino pode se estressar e, dessa forma, iniciar todo um processo no qual resulta em alterações bioquímicas e físicas no organismo animal (FERGUSON, et al., 2008). Essas alterações desencadeiam uma cascata neuroendócrina, regulada pelo sistema nervoso autônomo e o eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal, e conseqüentemente implica na qualidade da carne, de modo que durante o estresse ocorre a redução da reserva de glicogênio muscular podendo tornar a carne firme devido às alterações no nível do cortisol e das catecolaminas (FERGUSON, et al., 2008).

Durante o momento do carregamento e transporte é importante atentar a alguns fatores como a condição em que se encontra o veículo transportador, a lotação de animais transportados, rota de viagem, condições da estrada, duração e a condição da indústria para o recebimento e descarregamento dos animais (MENDONÇA et al., 2016). O veículo deve estar em boas condições, limpo, composto de piso de borracha ou estrutura antiderrapante, e deve-se respeitar a lotação máxima de animais por metro, afim de evitar problemas como animais deitados, hematomas, contusões e até a morte (BRASIL, 2013). A duração da viagem juntamente com um espaço reduzido por animal aumenta as chances de um estresse físico (hematoma e contusões), além do estresse psicológico (MOREIRA et al., 2014). Outro fator observado por Jimenez Filho (2012) é a relação do tempo de transporte com um longo período de privação de alimento e água durante o jejum pré-estabelecido, que ainda pode implicar na perda de peso dos bovinos, sendo uma perda relevante a partir de 6h de jejum. Jimenez Filho (2012) também levanta a importância do tipo de manejo realizado, tanto na propriedade rural quanto no abatedouro frigorífico. Em uma revisão de

literatura relatou sobre a utilização de varões, com ou sem eletricidade, que, além de causar grande incômodo para os animais, contribui para produção de uma carne com menor aceitabilidade no mercado. Todas as etapas durante o manejo e transporte são importantes, pois além de garantir o bem-estar dos bovinos também impacta sobre a qualidade da carne produzida, seja diminuindo as perdas quantitativas como remoção de contusões e hematomas, quanto qualitativas tais como alto pH, coloração escura e maciez prejudicada (MENDONÇA et al., 2016).

### **3. Fatores intrínsecos que influenciam na qualidade da carne**

Com o crescimento da produção da carne bovina no Brasil despertou-se o interesse pelos produtores em melhorar a qualidade da carne, desde então mostrou-se importante a identificação dos fatores que podem influenciar as características organolépticas de seu produto (MELO et al., 2016). Dentre os fatores intrínsecos, podemos destacar a idade, raça e sexo.

A idade, ou precocidade, pode influenciar na qualidade da carne no quesito maciez, suculência e sabor (MORAES e SANTOS, 2008). Esse fator é influenciado pela razão da deposição de tecido adiposo, crescimento ósseo e muscular (MELO et al., 2016). Cada tecido possui uma velocidade de crescimento diferente devido ao seu tipo de fibra, sendo que o muscular é depositado anteriormente ao tecido adiposo que deixa a carne com maior taxa de marmoreio, aumentando a maciez a medida que vai se depositando ao avançar da idade (LAWRIE, 1997).

A raça também pode alterar a maciez, na precocidade e na relação músculo x gordura. As raças zebuínas, predominantes no rebanho brasileiro, são as mais adaptadas ao clima e às condições tropicais do país (MORAES e SANTOS, 2008), entretanto, animais zebuínos possuem uma maior força no teste de cisalhamento, caracterizando uma carne mais dura ao comparar-se com raças taurinas (ALVES et al., 2005). Esta característica está ligada a maior atividade da calpastatina nos zebus, enzima que inibe a calpaína durante a proteólise qual leva ao amaciamento da carne (ALVES et al., 2005). Em vista desse cenário, são buscados os cruzamentos de raças zebuínas com raças taurinas a fim de incorporar as características desejáveis aos animais mais resistentes (MORAES e SANTOS, 2008).

O sexo é outro fator determinante, pois influencia no ganho de peso, composição muscular da carcaça e na maciez do produto final, sendo fêmeas mais pecoces na idade ao abate, entretanto mais leves (ALVES et al., 2005).

#### **4.Características sensoriais da carne bovina**

Logo após o momento do abate inicia o processo de transformação do músculo em carne em que ocorre a glicólise *post mortem* e produção de ácido lático por via anaeróbica, diminuindo o pH do músculo, que no momento do abate apresenta-se em torno de 7,2, estabelecendo-se em torno de 5,7 a 5,9 ao fim do processo (LAWRIE, 1974).

Se ao passar 24h *post mortem* o pH ainda estiver elevado (superior a 6,0) ocorrerá o fenômeno caracterizado de DFD (*dark, firm, dry* – carne escura, firme e não exudativa), no qual a carne retém uma grande quantidade de água, possui curto tempo de conservação e apresenta-se na coloração escura (LAWRIE,1974). As carnes DFD são provenientes de bovinos submetidos a condições de estresse de longa duração, uma vez que o pH se mantém elevado devido a menor produção de ácido lático resultado de um menor reserva de glicogênio que estava sendo consumido no pré-abate (LUDTKE et al., 2012), entretanto essa carne ainda é aceita pelo mercado interno que consegue aproveitar-la na indústria, no processamento de produtos industrializados (LUDTKE et al., 2012).

A coloração da carne é um fator primordial na escolha do produto pelo consumidor e inúmeros fatores podem alterá-la como contaminações bacterianas, estresse pré-abate e má conservação da carne durante a maturação (MACIEL et al., 2011). A mioglobina é o principal componente responsável pela cor da carne, e pode caracterizar as carnes como vermelha púrpura quando encontrada em seu estado reduzido, na cor vermelho brilhante quando oxigenada (oximioglobina) ou acastanhada quando oxidada (metamioglobina) (BOLES e PEG, 2010). São vários os fatores que desencadeiam a carne DFD, e o estresse pode estar ligado ao manejo pré-abate ou até ser atribuído à idade (tourinhos possuem um estresse hierárquico) e ao tipo de produção (animais em confinamento possuem temperamento mais calmo), segundo Felício (1997).

A capacidade de retenção da água (CRA) é um fator de grande importância nutricional e qualitativa, contribuindo diretamente na maciez (ZEOLA, et al., 2007). A CRA é medida pela perda de umidade ou de água quando submetido o produto a forças

externas como aquecimento (perdas por cozimento) e suspensão (perdas por gotejamento) (GAYA e FERRAZ, 2006). Após a transformação do músculo em carne, ocorre a diminuição do pH e a degradação de enzimas da estrutura miofibrilar, responsáveis por relaxar a fibra muscular via sistema enzimático dependente de cálcio (enzima calpaína, e seu inibidor a calpastatina) o que contribui para a diminuição da CRA levando a maior maciez da carne (GAYA e FERRAZ, 2006), entretanto outros fatores como o estresse pré-abate podem interferir na CRA da carne, gerando um produto firme e seco (LUDTKE et al., 2012).

Dentre as técnicas utilizadas para aferição da CRA está a quantificação das perdas por cozimento e por gotejamento (GAYA e FERRAZ, 2006). A cocção é o processo que o alimento se submete ao calor (ROSA et al., 2006), enquanto que o gotejamento consiste em armazenar a carne suspensa em resfriamento para quantificar a perda por exsudação (KIM et al., 2016).

Não é interessante que ocorra uma perda excessiva de água da carne, uma vez que a perda ocasiona alterações nas características de textura, maciez e suculência, e ainda pode alterar o valor nutritivo do alimento (ROQUE-SPECHT et al., 2009). Animais que passam por situações estressantes no pré-abate alteram suas reações metabólicas e, ao associar com a alta temperatura corporal no *post mortem*, causa desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares. A diminuição da capacidade de retenção de água leva a maiores perdas por gotejamento e por cozimento (ROQUE-SPECHT, et al., 2009). Sabe-se que o excesso exsudação por gotejamento e uma textura suave é resultado de uma combinação de declínio do pH e alta temperatura músculo (JOO et al., 2013).

A maciez da carne é uma característica influenciada por demais fatores como raça, sexo, genótipo, maturidade, dieta fornecida, grau de atividades realizadas, localização do músculo, temperatura e ambiente em que o animal vive (HADLICH, et al., 2013; JOO et al., 2013). Estes fatores alteram a característica da fibra muscular, seu estado contratíl, a extensão da proteólise em rigor muscular, assim como a quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo (JOO et al., 2013).

Para aferição da maciez foi determinado o equipamento de Warner-Braztler como principal instrumento para mensuração da força de cisalhamento (PINTO et a., 2010), esse aparelho mede a força máxima necessária para o cisalhamento de uma amostra de carne,

informando a quantidade de força aplicada corresponde à resistência ao corte (GOULART et al., 2000).

## **5. Espécies reativas de oxigênio**

Em um sistema fisiológico em equilíbrio ocorre continuamente a formação de radicais livres, espécies químicas que constitui de um elétron desemparelhado da última camada de sua órbita externa (FERREIRA e MATSUBARA, 1997). Ao se referir aos agentes reativos patogênicos, utiliza-se o termo “espécie reativa de oxigênio” (ERO), pois não são todos que possuem o último elétron desemparelhado, e sua maioria ocorre por resultado da redução parcial do oxigênio molecular (O<sub>2</sub>) (FERREIRA e MATSUBARA, 1997). Dentre as ERO formadas destacam-se os radicais superóxido, hidroperoxila, hidroxila e peróxido de hidrogênio (FERREIRA e MATSUBARA, 1997; GADJEVA et al., 2013). Para a defesa dos danos das ERO, as células reagem com a defesa antioxidante, tanto no meio estrutural de membrana (vitamina E) quanto no meio intracelular (glutathione reduzida, superóxido-dismutase, catalase, glutathione-peroxidase, ácido ascórbico e glutathione-redutase) (FERREIRA e MATSUBARA, 1997).

Em um sistema patológico em que não ocorre este equilíbrio na oxi-redução, seja por deficiência do sistema protetor ou excesso de agentes oxidantes, há o acúmulo dos radicais livres e, assim, gera o estresse oxidativo celular. Altas doses de ERO resultam em estresse oxidativo que pode causar disfunções metabólicas severas e danos de macromoléculas biológicas (GADJEVA et al., 2013).

A oxidação lipídica é um dos primeiros processos que ocorre para a deterioração da carne, sendo capaz de alterar o sabor, aroma, maciez e suculência do produto (GADJEVA et al, 2013; MIN e AHN, 2005). Esse processo ocorre devido à reação em cadeia das espécies reativas de oxigênio sendo o radical hidroxila e o radical hidroperoxila os principais iniciadores da reação em cadeia (MIN e AHN, 2005). Mesmo contendo antioxidantes endógenos para o controle deste balanço com as ERO como as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GSH-Px), muitas indústrias buscam o retardo desse processo ao adicionar aditivos antioxidantes nos produtos, influenciando a atividade das enzimas antioxidantes na carne (GADJEVA et al, 2013; CAMPO et al., 2005).

Trabalhos que detectam ERO em carnes, avaliam, em sua grande maioria, a relação entre o uso de radiação (antioxidantes) e a preservação do produto (STACHOWICZ et al., 1995; MONAHAN et al., 2005). Faltam pesquisas que utilizam a técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) para detectar a quantidade de ERO na carne crua *in natura* e correlacionar esse o produto final com os fatores *ante mortem* que influenciam na qualidade da carne.

### **III OBJETIVOS**

#### **1. Objetivo geral**

- Avaliar a qualidade da carcaça e da carne bovina e detectar espécies reativas de oxigênio em tecido muscular de bovinos abatidos em abatedouros frigoríficos localizados no Distrito Federal e Entorno.

#### **2. Objetivos específicos**

- Detectar a presença de hematomas nas carcaças bovinas após a esfolação;
- Avaliar a qualidade da carne bovina produzida no Distrito Federal e Entorno através dos testes de aferição do pH, colorimetria, quantificação das perdas por gotejamento e cozimento, bem como avaliação de maciez pela força de cisalhamento;
- Verificar a presença de espécies reativas de oxigênio em tecido muscular imediatamente pós abate em aparelho de Ressonância Paramagnética Eletrônica;
- Correlacionar as Espécies Reativas de Oxigênio com os parâmetros analisados da qualidade da carne bovina.

#### IV REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Relatório das Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. Período: jan/2017 - out/2017.

ALVES, D.D; GOES, R.H.T.B; MANCIO, A.B. Maciez da Carne Bovina. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ABIEC. **Relatório das Perfil da Pecuária no Brasil**. Relatório anual. Brasília, 2017.

AMSA. **Meat Color Measurement Guidelines**. Illinois: 2012. 136 p.

ANDRADE, P.L; BRESSAN, M.C; GAMA, L.T; GONÇALVES, T.M; LADEIRA, M.M; RAMOS, E,M . Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore1. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

BOLES, J.A; PEGG, R. MEAT COLOR. In: **The Saskatchewan Food Product Innovation Program**. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program University of Saskatchewan, 2010. Disponível em [http://animalrange.montana.edu\\_courses\\_meat\\_meatcol](http://animalrange.montana.edu_courses_meat_meatcol).

BOLLUMAR, T; ANDERSEN, M. L; ORLIEN, V. Mechanisms of radical formation in beef and chicken meat during high pressure processing evaluated by electron spin resonance detection and the addition of antioxidants. **Food Chemistry**. v.150, p. 422–428, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boas práticas de manejo, transporte/ **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Mateus J.R. Paranhos da Costa, Murilo Henrique Quitiliano, Stavros Platon Tseimazides. – Brasília : MAPA/ACS, 2013.57 p. : il.

BRASIL. LEI Nº 10.519, DE 17 DE JULHO DE 2002. **Dispõe sobre a promoção e a fiscalização da defesa sanitária animal quando da realização de rodeio e dá outras providências**. Brasília, 17 de julho de 2002.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 03 de 2000. **Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**. Brasília, 24 de janeiro de 2000.

BRASIL. PROJETO DE LEI Nº 215, DE 2007. **Institui o Código Federal de Bem-Estar Animal**. Brasília, 26 de fevereiro de 2007.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 56, de 6 de novembro de 2008. **Estabelece os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico - REBEM, abrangendo os sistemas de produção e o transporte**. Brasília, 07 de novembro de 2008.



BRASIL. Lei Nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. **Regulamenta o inciso VII do § 1o do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências.** Brasília, 8 de outubro de 2008.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 12 de 2017. **Estabelece critérios na adoção do regime de serviço suplementar prestado por postos de trabalho de empresas contratadas pelo Tribunal Superior Eleitoral.** Brasília, 28 de setembro de 2017.

BRASIL. Resolução CONTRAN Nº 675 DE 21/06/2017. **Dispõe sobre o transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição.** Brasília, 26 de junho de 2017.

BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Brasília, 12 de fevereiro de 1998

CAMPO, M.N; NUTE, G.R; HUGHES, S.I; ENSER, M; WOOD, J.D; RICHARDSON, R.I. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science.** v.72. p. 303–311, 2006.

FAWC. **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future.** Londres. 2009

FELÍCIO, P.E.de. Carne de touro jovem. In: "Seminário e Workshop: Preservação e Acondicionamento da Carne Bovina in Natura", **Anais**, ITAL, Campinas, SP, p.27-34, 1997.

FERGUSON, D.M; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science.** v. 80. p. 12–19, 2008.

FERREIRA, A.L.A; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.43, n. 1, p. 61, 1997

FILHO, D.U.C; COSTA, A.P.R; MURATORI, M.C.S; LOPES, J.B; AZEVÊDO, D.M.M.R. Temperatura e pH de Carcaças de Bovinos Abatidos sob Inspeção Municipal em Teresina, Piauí. **Revista Científica Produção Animal.** v.7, n.2, 2005

GADJEVA, V; VASHIN, I; STANKOV, I; NIKOLOVA, G; IVANOVA, D; KJUCHUKOVA, R; ZHELEVA, A. Oxidative/Antioxidant Status of Different Muscles of Fresh Pork Meat. **International Journal of Science and Research.** v. 6, n.14, 2013.

GAYA, L.G; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.349-356, jan-fev, 2006

GOMES, R.C; FEIJÓ, G.L.D; CHIARI, L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. **EMBRAPA.** 2017

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

HOLMES-HAMPTON, G.P; CHAKRABARTIA, M; COCKRELL, A.L; MCCORMICK, S.P; ABBOTT, L. C; LINDAHL, L.S; LINDAHL, P. A. Changing Iron Content of the Mouse Brain during Development. **Metallomics**. v.4, n.8, p.761-770, 2013.

HÖTZEL, M.J; FILHO, L.C.P.M; Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. **Revista de Etologia**. v.6, n.1, p.03-15. 2004.

HOVINGBOLINK, A.H; EIKELENBOOM, G. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass. **Meat Science**. v.53, p. 195-202, 1999.

IBGE. **Indicadores IBGE**: Estatística da Produção Pecuária. Março de 2017. Brasília, 2017.

IBGE. **Indicadores IBGE**: Estatística da Produção Pecuária. Junho de 2017. Brasília, 2017.

IBGE. **Indicadores IBGE**: Estatística da Produção Pecuária. Setembro de 2017. Brasília, 2017.

IGARASSI, M. S; ARRIGONI, M. B; HADLICH, J. C; SILVEIRA, A. C; MARTINS, C. L; OLIVEIRA, H. N. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.520-528, 2008

JACKSON, J. M. Control of Reactive Oxygen Species Production in Contracting Skeletal Muscle. **Antioxidants & Redox Signaling**. v. 15, n. 9, 2011.

JIMENEZ FILHO, D.L. Efeitos do transporte sobre a qualidade da carne – revisão. **Medicina Veterinária**, v.6, n.4, p.26-31, 2012.

JOO, S.T; KIM, G.D; HWANG, Y.H; RYU Y.C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v.95, p.828-836, 2013.

JÚNIOR, D.M.L; RANGEL, A.H.N; URBANO, S.A; MACIEL, M.V; AMARO, L.P.A. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.351-358, 2011.

KLONT, R.E; BARNIER, V.M.H; SMULDERS, F.J.M; VAN DIJK, A; HADLICH, J. C; CURI, R. A; SILVA, M. G. B. da, FACTORI, M. A; SILVEIRA, A. C; CHARDULO, L.A.L. Maciez da carne bovina e sua relação com o crescimento e os tipos de fibra musculares. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 421-430, 2013

LANGONI, H. Preocupação Mundial: Bem-Estar Animal. **Veterinária e Zootecnia - UNESP**. v.21. n1. p.8-9. 2014.

- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- LINARES, E; GIORGIO, S; MORTARA, R. A; SANTOS, C. X. C; YAMADA, A. T; AUGUSTO, O. **Free Radical Biology & Medicine**, v.30, N. 11, p. 1234–1242, 2001
- MACIEL, M.V; AMARO, L.P.A; JÚNIOR, D.M.L; RANGEL, A. H. N; FREIRE, D. A. Métodos avaliativos das características qualitativas e organolépticas da carne de ruminantes. **Revista Verde**. v.6, n.3, p. 17 -24, 2011
- MELO, A.F; MOREIRA, J.M; ATAÍDES, B.S; GUIMARÃES, R.A.M; LOIOLA, J.L; OLIVEIRA, R.Q. **Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão**. v.10, n.10, p.785-794, Out., 2016
- MENDONÇA, F.S.; VAZ, R.Z.; COSTA, O.A.D.; GONÇALVES, G.V.B.; MOREIRA, S.M. Fatores que afetam o bem-estar de bovinos durante o período pré-abate. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 250, p. 279-287. 2016.
- MIN, B; AHN, D.U. Mechanism of Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products -A Review, **Food Science and Biotechnology**. v. 14, n. 1, p. 152- 163, 2005.
- MOLENTO, C.F.M. BEM-ESTAR E PRODUÇÃO ANIMAL: ASPECTOS ECONÔMICOS – REVISÃO. **Archives of Veterinary Science** v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005
- MONAHAN, F.J; SKIBSTED, L.H; ANDERSEN, M. L. Mechanism of Oxymyoglobin Oxidation in the Presence of Oxidizing Lipids in Bovine Muscle. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53. n. 14, p 5734–5738, 2005.
- MORAES, G.L; SANTOS, T.A.B. Qualidade de carne bovina. **Pubvet**, v.2, n.27, 2008.
- MOREIRA, P.S.A; POLIZEL NETO, A; MARTINS, L.R; LOURENÇO, F J; PALHARI, C; FARIA, F. F. Ocorrência de hematomas em carcaças de bovinos transportados por duas distâncias. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.689-695, 2014.
- PINTO, M.F; PONSANO, E.H.G; ALMEIDA, A.P.S. Espessura da lâmina de cisalhamento na avaliação instrumental da textura da carne. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1405-1410, 2010.
- QUEIROZ, M.L.V; FILHO, J.A.D.B; ALBIERO, BRASIL, D. F., MELO, R.P. Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará . **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 379-386, 2014.
- ROQUE-SPECHT, V.F; SIMONI, V; PARISE, N; CARDOSO, P.G. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.15, n.1-4, p.77-81, 2009.
- ROMERO, M.H; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F; SÁNCHEZ, J.A; RAYAS-AMOR, A. A; MIRANDA-DE LA LAMA, G.C. Conventional versus modern abattoirs in Colombia:

Impacts on welfare indicators and risk factors for high muscle pH in commercial Zebu young bulls. **Meat Science**. v.123, p.173–181, 2017.

ROMERO, M.H; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F; SÁNCHEZ, J.A ;MIRANDA-DE LA LAMA, G.C. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. **Meat Science**. v. 95, p.256–263, 2013.

ROSA, F.C; BRESSAN, M.C; BERTECHINI, A.G; FASSANI, E.J; VIEIRA, J.O; FARIA, P.B. Efeito de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 4, p. 707-714, 2006

SCHAICH, K.M. EPR Methods For Studying Free Radicals In Foods. In: MORELLO, M.J.; SHAHIDI, F.;HO, C.T. (EDS). **Free Radical In Food: Chemistry, Nutrition, and Health Effects**. American Chemical Society. cap. 2, p. 12-34. Washington, 2002.

SIMEONI, C.P; FRUET, A.B.P; MENEZES, M.F.C; KIRINUS, J. L; TEIXEIRA, C., RITT, L. A. Fatores pós-abate que contribuem para a maciez da carne. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas** - UFSM. p. 18-24. 2014.

STACHOWICZ, W; BURLIFISKA, G; MICHALIK, J; DZIEDZIC-GOC A; AWSKA-OSTROWSKI, K. Radiat. The Epr Detection Of Foods Preserved With The Use Of Ionizing Radiation. **The Journal of Physical Chemistry**. v. 46, n. 4-6, p. 771-777, 1995.

TSUHAKO, M. H; AUGUSTO, O; LINARES, E; DAGLI, M. L. Z; PEREIRA, C. A. Association between nitric oxide synthesis and vaccination-acquired resistance to murine hepatitis virus by spf mice. **Free Radical Biology & Medicine**. v.41, p. 1534–1541, 2006

WHEELER, T. L; SHACKELFORD, S.D; KOOHMARAIE, M. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Reciprocal Meat Conference**. p. 68-77.1997.

WILLIS, G.R; UDIAWAR, M; EVANS, W. D; BLUNDELL, H. L; JAMES, P. E; REES, D. A. Detailed characterisation of circulatory nitric oxide and free radical indices—is there evidence for abnormal cardiovascular homeostasis in young women with polycystic ovary syndrome? **Royal College of Obstetricians and Gynaecologists**. p.1471-0528, 2014.

ZEOLA, N.M.B.L; SOUZA, P.A; SOUZA, H.B.A; SILVA SOBRINHO, A.G; BARBOSA, J.C. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1058-1066, 2007.

ZHANG, W; XIAO, S; AHN, D. U. Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.53, n.11, p. 1191-1201, 2014.

## **CAPÍTULO II**

### **I INTRODUÇÃO**

A pecuária brasileira se destaca como importante segmento na economia do país, representando no ano de 2016 cerca de 24% do Produto Interno Bruto (ABIEC, 2016) e em 2017 o Brasil continuou se destacando no mercado internacional como maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2017).

Para não perder a competitividade do mercado o país vem se desenvolvendo e investindo na produtividade e garantia da qualidade do produto oferecido ao consumidor (GOMES et al., 2017). Busca-se por um bom teor de maciez, sabor, suculência e coloração como características determinantes para a decisão da compra da carne bovina (JUNIOR et al., 2011), que estão passíveis a sofrer alterações por fatores intrínsecos como sexo, idade e raça, e extrínsecos como nutrição e estresse (JUNIOR et al., 2011). Encontram-se inúmeras pesquisas da qualidade da carne correlacionada a estes fatores, principalmente, ao avaliar as características da carne produzida via cruzamento de raças, comparação de idade e tipos de alimentação (ANDRADE et al., 2010; KUSS et al., 2005; COSTA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2002).

Outro fator determinante para a qualidade da carne está o manejo adotado pelas fazendas e indústrias que possam gerar o estresse para o animal, principalmente quando ocorrido no momento pré-abate, no qual engloba desde o transporte dos animais até o abatedouro frigorífico, tempo de jejum e o manejo adotado dentro da própria indústria (ROMERO et al., 2013). Além de prejudicar o animal, o manejo incorreto pode levar a contusões e hematomas, fatores que interferem na qualidade da carne ao final do processo e causam perdas econômicas ao produtor e a indústria, uma vez que parte dessa carne é descartada (ROMERO et al., 2013).

Para avaliar os parâmetros de qualidade da carne são utilizados testes já como aferição do pH, colorimetria e força de cisalhamento (KLONT et al., 1999; WHEELER et al., 1997; AMSA, 2012) bem como a capacidade de retenção de água ao avaliar as perdas de peso por cocção e gotejamento (ANDRADE et al., 2010).

A espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE) é uma técnica que permite a detecção de radicais livres em nível intracelular e extracelular (JACKSON, J.M, 2011, esta técnica é utilizada principalmente na detecção de espécies reativas de oxigênio

(ERO) em tecidos biológicos (LINARES et al., 2001; TSUHAKO et al., 2006; HOLMES-HAMPTON et al., 2013; WILLIS et al., 2014). Nos alimentos, a técnica é utilizada para correlacionar a presença de radicais livres com perda da qualidade do produto (SCHAICH, K.M. 2002).

Chen e colaboradores em 2017 estudaram o mecanismo do estresse oxidativo em frangos de corte, uma vez que já foi relatado e confirmado em sua pesquisa que animais que sofreram maior estresse oxidativo, ou seja, que foram induzidos com espécies reativas de oxigênio (peróxido de hidrogênio), apresentaram uma carne com menor qualidade com alteração no valor de pH 24h *post mortem*, maior força de cisalhamento e maiores perdas por gotejamento.

Até o presente momento não foram encontradas pesquisas científicas que façam a correlação da detecção de ERO com qualidade da carne bovina juntamente com o manejo no pré-abate destes animais de produção. Na região do Distrito Federal e Entorno não há informações sobre as características da qualidade da carne bovina no que se refere ao pH, maciez, perda de peso por cocção e gotejamento, bem como a caracterização do manejo pré-abate e de suas consequências na conversão de músculo em carne dentro da rotina diária das indústrias frigoríficas da região.

Levando-se em consideração a importância do conhecimento das características organolépticas da carne bovina, bem como o seu manejo pré-abate, este projeto teve por objetivos avaliar o pH 24h *post mortem*, a coloração da carne, bem como as perdas por gotejamento e cocção e força de cisalhamento em carnes bovinas proveniente de abatedouros frigoríficos localizados no Distrito Federal e Entorno, e detectar espécies reativas de oxigênio em tecidos musculares por ressonância paramagnética eletrônica.

## II MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Origem das amostras

A pesquisa foi realizada em abatedouros frigoríficos de bovinos localizados no Distrito Federal e Entorno. Todas as indústrias selecionadas possuíam Serviço de Inspeção Oficial, seja Federal (SIF) ou Estadual (SIE), e os animais submetidos às normativas do Abate Humanitário, previstos na Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000).

As coletas de dados e amostras foram obtidas a partir de vistas em abatedouros frigoríficos, durante o período de abril a setembro de 2017. As amostras foram coletadas em diferentes meses totalizando 4 visitas, realizadas conforme a autorização prévia da direção da indústria e do Serviço de Inspeção Oficial dos estabelecimentos.

No pré-abate foram obtidas informações do tempo de transporte e local de origem, assim como a identificação dos animais, número de bovinos por lote, raça, idade e sexo. Após a sangria foram coletados fragmentos de tecido muscular. Após a esfolagem, avaliou-se a presença de hematomas nas carcaças e foram coletados dados referente a quantidade e local.

Após 24h sob refrigeração em câmaras de resfriamento das próprias indústrias, retirou-se um bife, da meia-carcaça de 33 bovinos, provenientes do músculo *Longissimus dorsi* (entre a 10ª e 12ª costela) com espessura de 2,5 cm e aproximadamente 500g, para análise laboratorial das características da qualidade, totalizando 33 amostras.

### 2. Coleta de informações do manejo pré-abate

Nas indústrias foram obtidas as informações a respeito do local de origem dos animais destinados ao abate (distância do abatedouro frigorífico em km), tempo (h) decorrido pelo transporte até a chegada à indústria, raça, idade, sexo e número de animais abatidos por cada lote, assim como demonstrado na Tabela 1, a seguir. Essas informações foram obtidas também através do acesso à GTA (Guia de Trânsito Animal).

Tabela 1 – Representação obtida das quatro coletas realizadas nos abatedouros frigoríficos de bovinos em distância (km) da origem dos rebanhos à indústria, duração do tempo de transporte (h), tempo de descanso na indústria (h), raça, sexo e idade (meses).

Coletas	Distância (Km)	Tempo de transporte (h)	Tempo de descanso na indústria (h)	Raça	Sexo	Idade em meses
1	90	1h 20 m	13h 30m	Mestiços	9 machos	24 - 36
2	130	1h 40 m	13h 30m	Mestiços	4 machos	24 - 36
3	70	1h	16h	Mestiços	1 macho 6 fêmeas	24 - 36
4	140	2h	13h	Mestiços	13 fêmeas	24 - 36
<b>Total</b>					33 animais	

### 3. Coleta de tecido muscular para quantificação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e verificação de hematomas

As carcaças foram identificadas após o abate com um lacre numerado para que todos os testes realizados subsequentemente seguissem rigorosamente com a mesma identificação.

Para a quantificação de espécies reativas de oxigênio no tecido muscular seguiu-se o protocolo preconizado por Mrakic-Sposta et al. (2014). Após o procedimento de esfolagem, um fragmento de aproximadamente 3,0 cm foi retirado do músculo extensor do carpo com o auxílio de pinça e bisturi, e então acondicionado dentro de um tubo tipo *ependorff* de 1,5 mL, imediatamente congelado em nitrogênio líquido após a coleta. O material foi transportado para o Laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas da Universidade de Brasília para a preparação das amostras para medidas de espectroscopia de RPE no Laboratório de Ressonância Paramagnética Eletrônica no Instituto de Física.

Realizou-se a inspeção visual das superfícies das carcaças após a esfolagem, e registrado a presença ou ausência de hematomas por local. Para melhor visualização e marcação da localização dos hematomas subdividiu-se a carcaça em seis regiões (1) cauda e garupa, (2) membro pélvico, (3) flanco, (4) costela, (5) membro torácico e região (6) cervical (CARDOSO et al., 2014).



## 4. Características de qualidade da carne bovina

### 4.a Teste de pH e colorimetria

Para a aferição do pH, as amostras de carne bovina, após a desossa, provenientes de abatedouros frigoríficos, 24h *post mortem*, foram transportadas, acondicionadas em caixas isotérmicas, ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade de Brasília. No laboratório, foi utilizado um pHâmetro digital portátil (Testo® 205) equipado com eletrodo de inserção. O aparelho foi calibrado sob imersão em solução tampão de pH 4.01 e em seguida na de 7.0, assim como sugerido no manual do fabricante. Mesuraram-se três pontos distintos em cada amostra e realizada a média aritmética entre eles.

Para análise de colorimetria as amostras de carne bovina, 24h *post mortem*, foram colocadas a exposição ao ar atmosférico por 30 minutos, e então aferidas três leituras em pontos distintos e realizada a média aritmética entre eles. Utilizou-se do colorímetro portátil tipo Chroma Meter Cr-400 (Minolta CameraCo., Ltda., Osaka, Japan). Para a determinação da cor foi adotado o espaço de cores conhecido como CIELAB (MINOLTA, 1993) no qual utilizou as coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ) que varia de 0 (preto) a 100 (branco), teor de vermelho ( $a^{*+}$ ) a verde ( $a^{*-}$ ), e o teor de amarelo ( $b^{*+}$ ) ao azul ( $b^{*-}$ ).

### 4.b Perda de peso por cocção

Para avaliar a perda de peso durante o cozimento foi tomado como referência o procedimento recomendado pela AMSA (1978) com adaptações.

As amostras de carnes, obtidas após 24h de resfriamento na câmara de resfriamento dos abatedouros frigoríficos, com aproximadamente 500g e 2,5 cm de espessura foram pesadas antes do cozimento, individualmente, obtendo-se, desta forma, o peso antes da cocção, e posteriormente introduzidas em um forno convencional industrial da marca Venancio®, pré-aquecido à temperatura de 170°C.

Introduziu-se nos cortes um termômetro metálico da marca Testo® 926 com sonda de agulha modelo 06280030 para controle da temperatura interna da amostra. Após atingir a temperatura interna de 70°C, as amostras foram retiradas do forno e pesadas novamente para o cálculo das perdas pela cocção (Perda de cozimento =  $[(\text{peso do bife cru} - \text{peso cozido}) \div \text{peso do bife cru}] \times 100$ ). Após esse procedimento, as amostras foram embaladas

em sacos polietileno de baixa densidade, devidamente identificadas e armazenadas sob a refrigeração de 4°C por 24h, para a realização posterior do teste da força por cisalhamento.

#### 4.c Força de cisalhamento

Foi utilizado o protocolo preconizado por Wheeler et al. (1998) para realização do teste de cisalhamento das amostras. Após o armazenamento a 4°C por 24h posteriormente ao teste de cocção, as amostras foram preparadas para realização do cisalhamento.

De cada amostra de carne foram retirados três fragmentos cilíndricos cortados paralelamente ao sentido da fibra muscular, utilizando um perfurador cilíndrico com diâmetro de aproximadamente 1,27 cm. Essas três sub-amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento no equipamento modelo WARNER-BRATZLER MEAT SHEAR® (G-R Manufacturing Co. Manhattan), 235 6X. Os resultados foram dados em Kg/f e realizada a média entre as três sub-amostras para representar a força utilizada para cortar cada amostra.

#### 4.d Perda de peso por gotejamento

A mensuração da perda de peso por gotejamento foi realizada segundo o procedimento preconizado por Honikel (1998) com adaptações de Kim e colaboradores (2016).

Retirou-se um fragmento de aproximadamente 50g de cada amostra de carne bovina proveniente dos frigoríficos-abatedouros 24h *post mortem*. A amostra foi limpa e descartado o excesso de gordura e tecido conjuntivo externo para realização da pesagem.

As amostras foram devidamente identificadas e colocadas individualmente em redes de polietileno, e, então, suspensas por um gancho, envolta por um saco de polietileno, sem contato com a amostra, e armazenadas sob refrigeração a 4°C, por 48 h. Após esse período foi pesada a amostra e calculada a perda de peso por gotejamento ( $\text{Drip loss} = [\text{peso depois do gotejamento} \div \text{peso antes}] \times 100$ ).

### **5. Detecção das espécies reativas de oxigênio (ERO) no tecido muscular**

As amostras de fragmentos de tecido muscular, coletadas logo após a sangria, provenientes do músculo extensor do carpo com aproximadamente 3cm, foram transportadas congeladas em nitrogênio líquido até o Laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas da Universidade de Brasília, onde foram submetidas ao congelamento a -80°C até o momento da preparação das amostras.

Retirou-se do congelador e, então, foram cortados com bisturi, reduzidas à quatro porções de dimensões com aproximadamente 2x2x2 mm. Posteriormente os tecidos foram lavados três vezes com uma solução de KHB (Krebs Hepes, Noxygen, Alemanha). Após as lavagens, adicionou-se 700 µL de CMH na concentração de 200 µM (Noxygen®, Alemanha) e 50 UI/mL de heparina sódica (Hepamax-S®, Blausiegel Ind. Com. Ltda., São Paulo, Brasil). Amostras foram incubadas sob agitação à 37°C por 60 minutos. Ao finalizar a incubação retirou-se 450 µL do sobrenadante sendo transferido para uma seringa de 1 mL para ser imediatamente congelado em nitrogênio líquido e posteriormente armazenado em temperatura de -80 °C até a leitura no espectrômetro de ressonância paramagnética eletrônica.

Os fragmentos de tecido muscular restantes nos tubos tipo *ependorff* foram desidratados no aparelho de Speed Vac (Savant SC100) e, então, pesados para o cálculo das espécies reativas de oxigênio no tecido muscular.

#### 5.a Medidas de ressonância paramagnética eletrônica (RPE)

A calibração do aparelho de ressonância paramagnética eletrônica, assim como as análises de espécies reativas de oxigênio foram realizadas conforme protocolo descrito por Gomes (2018). As medidas foram realizadas no Laboratório de Ressonância Paramagnética Eletrônica do Instituto de Física da Universidade de Brasília.

Foi utilizado o aparelho espectrômetro Bruker® EMX500, banda X (9,45 GHz), potência das micro-ondas de 2 mW, campo de modulação de 5 Gauss, frequência de modulação 100 kHz, largura de varredura 200 G, tempo de varredura de 10 s, e 5 varreduras adicionados em conjunto para cada medição.

A curva de calibração foi definida baseada em Berg et al. (2014) em que foram realizadas medidas no espectrômetro com uma solução de 10 mM do radical CP• (3-carboxi-proxilo) (Noxygen®, Alemanha) preparado em solução tampão KHB e diluído nas

concentrações de 0,5, 10, 50, e 100  $\mu\text{M}$ . Foram transferidos para uma seringa de 1 mL de polietileno (Descarpax®) 450  $\mu\text{L}$  das amostras de calibração e então congelados em nitrogênio líquido. Essas amostras de calibração geraram a curva utilizada para a quantificação das espécies reativas de oxigênio.

As amostras congeladas foram retiradas das seringas e colocadas individualmente no recipiente de Finger Dewar (Noxygen®Alemanha) o qual, posteriormente, foi preenchido por nitrogênio líquido. O Finger Dewar foi acoplado no espectrômetro com cada amostra, ainda congelada, uma por vez, e realizada detecção das espécies reativas de oxigênio, individualmente, o que gerou uma curva corrigida para a quantidade de  $\text{CP}\cdot$  de acordo com a curva de calibração, obtendo como resultado a quantificação de ERO na amostra.

## **6. Análise Estatística**

Realizou a média e desvio padrão das amostras pelo o programa StataCorp. 2011. Stata: Release 12. Statistical do Software. College Station, TX: StataCorp LP. O Teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a distribuição normal das variáveis analisadas (pH e sexo). O Teste de Kruskal-Wallis é um teste não-paramétrico, que foi utilizado para verificar normalidade entre os dias das coletas. O Teste de Kolmogorov-Smirnov, também não paramétrico, foi utilizado para a comparação das médias entre hematomas e pH, e entre hematomas e espécies reativas de oxigênio.

### III RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1. Informações do manejo pré-abate

Foram obtidas 33 amostras de tecido muscular provenientes de meia-carcaça de diferentes animais, fragmentos de tecido do músculo extensor radial do carpo logo após a sangria e de bifes com aproximadamente 2,5 cm de espessura retirados do *Longissimus dorsi*, 24h *post mortem*. As distâncias (km) de transporte dos bovinos aos frigoríficos abatedouros, a duração do tempo de transporte (h), o tempo de descanso com jejum e dieta hídrica na indústria (h), bem como raça, sexo e idade estão presentes na Tabela 1 localizada nos materiais e métodos.

As distâncias percorridas por transporte rodoviário, no presente estudo, foram, em média, de 110 km. Trabalhos como o de Joaquim, (2002); Pereira et al., (2012) e Batista De Deus, et al., (2015), demonstram que o tempo de transporte pode influenciar na qualidade final da carne. Animais que percorreram longas distâncias (superior a 330 km) podem apresentar pH final mais elevado ( $\text{pH} > 6$ ) ao comparado com o transporte a curtas distâncias (JOAQUIM, 2002; PEREIRA et al., 2012; BATISTA DE DEUS, et al., 2015).

O tempo desde o horário de chegada ao abatedouro frigorífico até o momento do abate variou entre 13 a 16 horas de espera, este tempo de repouso encontra-se de acordo com o RIISPOA, que exige um repouso e jejum de no mínimo 6h no frigorífico, podendo se estender até 24h, quando o tempo de viagem não for superior a 2 horas para os bovinos (BRASIL, 1997).

As longas distâncias no transporte, inevitavelmente, envolvem maior jejum alimentar e dieta hídrica que, por períodos prolongados, superiores a 16 horas, podem influenciar na qualidade da carne, proporcionando cansaço e estresse ao animal que pode apresentar um pH final elevado e maior força de cisalhamento, além de poder interferir na perda de peso e desidratação do próprio bovino, (KNOWLES, 1999; LUDTKE, et al., 2012).

As distâncias encontradas no presente estudo são de curtas durações, não necessitando desta forma de longos períodos de jejum e não prejudicando, neste ponto, o bem-estar dos animais.

## 2. Verificação de hematomas nas carcaças pós-abate

No presente estudo foram avaliados a presença e o local no qual os bovinos apresentavam hematomas na carcaça após a esfola, e os resultados obtidos estão representados na Tabela 2.

Dos 33 bovinos observados apenas 5 animais não apresentaram hematomas. Observaram-se hematomas nas regiões de cauda e garupa, membro pélvico, flanco, costela e membro torácico.

As regiões mais acometidas foram o flanco, seguido pela garupa e cauda, conforme descrito na Tabela 2. A alta porcentagem de contusões nestas áreas pode ser devido à condução inadequada dos animais, utilização de objetos pontiagudos, varas, choque, ou até mesmo por traumas ocasionados durante o transporte de descolamento da propriedade rural à indústria abatedouro frigorífico, conforme proposto por Huertas et al. (2015).

Tabela 2 - Hematomas detectados nas carcaças bovinas separados por região acometida, número de animais afetados e a porcentagem dos animais com lesões, abatidos em abatedouros frigoríficos do Distrito Federal em Entorno.

Região	Média de valores obtida das coletas				Número de animais acometidos / total de animais	Porcentagem de animais com lesões (%)
	Coleta 1 n=9	Coleta 2 n=4	Coleta 3 n=7	Coleta 4 n=13		
<b>Cauda e garupa</b>	2	1	5	9	17 / 33	51,5
<b>Membro pélvico</b>	5	2	0	0	7 / 33	21,2
<b>Flanco</b>	5	2	3	7	17 / 33	51,5
<b>Costela</b>	1	0	1	1	3 / 33	9,0
<b>Membro torácico</b>	0	0	1	5	6 / 33	18,1
<b>Região cervical</b>	0	0	0	0	0 / 33	0,0
<b>Sem hematomas</b>	3	0	1	2	5/33	15,1
<b>Total</b>	16	5	11	24	33/33	-

O membro pélvico representou a 3ª área mais afetada. Essa alta porcentagem foi observada devido a lesões na altura do metatarso (comercializado como músculo traseiro)

de um determinado lote em que haviam marcas retilíneas quais lembravam o formato de corda, portanto imagina-se que estes hematomas ocorreram durante o trajeto por uma contenção inadequada no transporte rodoviário.

Deve-se ainda ser levado em consideração o trajeto e a condição do veículo utilizado uma vez que o asfalto precário e a lotação podem causar contusões variadas (KNOWLES, 1999). No presente estudo não foram encontrados bovinos com graves ferimentos, ou hematomas profundos, e não ocorreu nenhuma morte animal decorrente do transporte.

Um número pequeno de animais não apresentou algum tipo de hematoma, valor semelhante ao de Andrade et al. (2008) que ao avaliar hematomas em bovinos transportados em vias pluviais, na região do Pantanal Sul Mato-grossense, encontraram apenas 5 animais sem lesões em 88 avaliados.

Ao agrupar os resultados do presente estudo foram encontrados 11 animais com até 1 hematoma, 8 animais com 2, e 14 com 3 ou mais lesões de hematomas, resultados semelhantes aos observados por Bertoloni et al. (2012) no qual 60% dos animais abatidos apresentaram pelo menos um hematoma na carcaça.

Dentre as áreas mais acometidas por hematomas, a região do quarto traseiro destacou-se em segundo lugar, cujos resultados se assemelham ao de Andrade et al., (2008), os quais levantaram a hipótese de um manejo inadequado durante o transporte e condução do animal, em que se pode ter sido usado varas e estímulos elétricos para movê-lo.

Além de servir como um indicador de bem-estar, os hematomas geram perda econômica para o produtor, uma vez que a carne pode ser comprometida e descartada devido à extensão e profundidade da lesão (BERTOLONI et al., 2012). As boas práticas de manejo podem evitar grandes perdas econômicas uma vez que os principais cortes nobres se localizam nas regiões mais lesionadas.

### **3. Parâmetros da qualidade da carne bovina**

Os resultados das análises de pH, teste de força de cisalhamento, perda de peso por cocção e por gotejamento e colorimetria, das amostras de carne obtidas após 24h de resfriamento em câmara fria estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de pH, força de cisalhamento, perdas por cozimento, perdas por gotejamento e colorimetria (L\*a\*b\*) das 33 amostras de carne (*Longissimus dorsi*) bovinas obtidos após 24h na câmara de resfriamento de abatedouros frigoríficos localizados no DF e Entorno.

Características de qualidade das amostras de carne	Média de valores obtida das coletas				Média final de todas as coletas	Desvio padrão de todas as coletas
	1 n=9 Machos 9 Fêmeas 0	2 n=4 Machos 4 Fêmeas	3 n=7 Machos 1 Fêmeas 6	4 n=13 Machos 0 Fêmeas 13	1 – 4 n=33 Machos 14 Fêmeas 19	1 – 4 n=33 Machos 14 Fêmeas 19
pH	5,94	5,84	5,83	5,83	5,86	0,285
Força de Cisalhamento kg/f	2,86	4,18	2,09	1,47	2,30	1,356
Perdas por cozimento %	14,76	15,73	10,58	9,07	11,75	4,563
Perdas por gotejamento %	0,70	1,46	1,70	2,93	1,88	1,354
L*	32,94	32,36	27,85	26,71	29,34	4,077
a*	14,35	15,25	13,34	14,82	14,43	2,526
b*	6,33	6,67	5,15	5,46	5,78	1,312

L\* - luminosidade; a\* - intensidade da cor vermelha; b\* - intensidade da cor amarela

Foi observada a média de pH 5,86 nos animais do presente estudo. Esse valor encontra-se dentro do parâmetro de carne normal ( $\text{pH} < 6,0$ ), segundo Adzitey e Nurul (2011). Os resultados estão condizentes aos encontrados por Kuss et al. (2010), no Paraná, em que avaliaram bovinos jovens (22 meses) inteiros com a média de pH 24h *post mortem* de 5,9. Esses resultados também se assemelham aos observados por Andrade et al., (2010) em bovinos da raça nelore que encontrou pH de 5,4 a 5,8, e com os da pesquisa de Batista de Deus et al., (2015), no Rio Grande do Sul, com a raça Alberdeen Angus em que encontraram valores no intervalo de 5,6 a 5,78.

Os valores observados no presente estudo se encontram próximo à faixa de pH que é considerada alta em carnes bovinas ( $\text{pH} \geq 6,0$ ), segundo Adzitey e Nurul (2011). Valores de pH superiores a 6,0 é uma das características das carnes escuras, firmes e secas, chamada de DFD (sigla em inglês de ‘dark, firm, dry’), que pode estar relacionado com uma possível condição de estresse crônico ou de longa duração, qual gera baixa reserva de glicogênio no músculo no momento do abate levando a uma glicólise lenta com pouca



formação de ácido lático e conseqüentemente à um pH final elevado (LUDTKE et al., 2012).

Dentre exemplos de situações favoráveis ao estresse crônico relacionado ao pré-abate estão as viagens de longa duração, longos períodos de jejum alimentar e a superlotação de animais (ADZITEY e NURUL., 2011).

A redução do estresse no pré-abate é fundamental para a produção de uma carne com qualidade (ALVES et al., 2016), o manejo dos animais deve ser acompanhado rigorosamente e observado desde o embarque na fazenda, o veículo de transporte, a área de espera nos frigoríficos-abatedouros até a condução e o modo de atordoamento (MELO et al., 2016). Não é possível afirmar o que o pH apresentado no atual estudo esteja ligado à duração do tempo de transporte, uma vez que a média deste fator (1h50m) não possui valor significativo de acordo com estudos anteriores (BATISTA DE DEUS, et al., 2015).

Não foram obtidas as informações a respeito de realização ou não de jejum nas propriedades de origem, e se houve o jejum não foi comunicado quanto tempo permaneceram privados de dieta, portanto é importante a realização de maiores estudos para a investigação da origem do pH observado.

Ao analisar estatisticamente a relação do pH com o fator hematoma (presença e ausência) nos bovinos do presente trabalho foi constatado, pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias destas duas variáveis. Entretanto, por este mesmo teste, destacou-se uma grande diferença no desvio padrão e com base nesta informação percebeu-se uma tendência: animais que não tinham a presença de lesões de hematomas apresentaram pH com pouca variação (entorno de 5,7 a 5,8), enquanto que animais com hematomas apresentam uma ampla faixa de variação no pH, como demonstra na Figura 1.

No teste de maciez foi observado uma força de cisalhamento média geral para todas as amostras de 2,30 (kg/f), valores semelhantes aos relatados por Rubiano et al. (2009), que em Botucatu (SP), observaram valores médios de 2,48 para bovinos da raça Canchim, e de 2,69 em Nelores. Fernandes et al., (2008) relataram na mesma raça um valor médio aproximado ao do presente estudo de 3,09 em machos castrados. Estes resultados estão de acordo com Lawrie (2005) em que valores menores que 5 kg/f caracterizam a carne como macia.

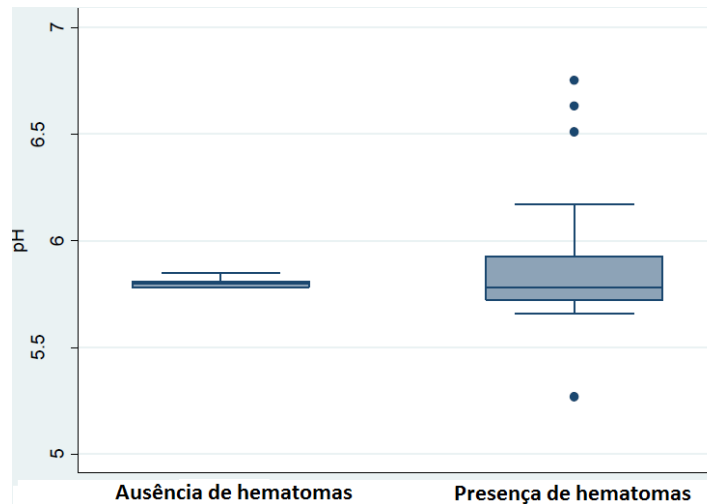


Figura 1 - Resultados apresentados em Boxplot pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, para avaliação na relação entre as variáveis pH *versus* ausência e presença de hematomas

Vários fatores podem alterar a maciez da carne tais como a genética, raça, sexo, idade ao abate, alimentação, stress no pré-abate e resfriamento da carcaça (JUNIOR et al., 2011). As raças zebuínas estão na composição da maior parte do rebanho nacional, uma vez que são melhores adaptadas aos desafios climáticos e parasitários enfrentados no país (SOUSA et al., 2012), entretanto a carne desses animais é considerada mais dura ao comprar com as raças taurinas, resultado da maior atividade da calpastatina nos zebuínos, enzima que inibe a calpaína responsável pela maciez (ALVES, et al., 2005). Esta maior atividade da calpastatina é um fator ainda não explicado, entretanto observado que está fortemente associado aos zebuínos com alta herdabilidade (ALVES, et al., 2005). Para amenizar este efeito, o cruzamento com raças europeias é muito utilizado para produzir um produto mais macio (JUNIOR et al., 2011).

No presente estudo foi observado que os animais eram todos mestiços, apresentando características de nelores e idades entre 24 a 36 meses, entretanto não é sabido os cruzamentos que deram origem a esses animais. Os baixos valores apresentados no teste de cisalhamento podem ter sofrido influência das raças utilizadas, assim como a condição sexual apresentada (fêmeas) que influenciam na idade ao abate, precocidade e maciez (KUSS et al., 2010). No trabalho atual não foram identificados animais castrados e com idades diferentes de 24 a 36 meses.

Na análise estatística realizada pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, para as variáveis sexo (machos e fêmeas) e a força de cisalhamento foi constatado que há diferença estatisticamente significativa entre as médias. Os machos apresentaram média de 3,127, com desvio padrão de 1,654, enquanto as fêmeas apresentaram média de 1,703 com desvio de 0,621, o que permite a conclusão que o sexo interfere na maciez da carne bovina. Avaliando os resultados do presente estudo, confirma-se que as coletas as quais foram compostas por grande maioria de fêmeas (coleta 3 e coleta 4) apresentaram o cisalhamento menor em comparação os demais grupos, conforme mostrado anteriormente na Tabela 3.

Na análise do teste de perdas de peso durante o cozimento, encontrou-se no presente trabalho valores entre 4 e 24,07% de perdas totais, com a média geral de 11,75%. Essa faixa de valores encontrados variou bastante, sendo que os resultados mais altos se aproximam aos valores observados por Barcellos et al. (2017), que avaliaram Nelores, no Paraná, com perdas de 24% e em cruzamentos de Angus com Nelore de 29%. Andrade et al. (2010) encontrou em Nelores perdas de 29,1%, enquanto Costa et al. (2002), em novilhas Red Angus, perdas entre 20,1% a 25,5%, e Menezes et al. (2005) relatou perdas de 22,2% em Charolês e 22% em Nelores.

O pH próximo ao considerado para carnes DFD pode ser uma explicação da baixa média apresentada nas perdas por cozimento. Sabe-se que a carne DFD apresenta uma maior capacidade de retenção de água devido a pouca desnaturação de proteínas, a água fica fortemente ligada e gera pouco ou nenhum exsudato (ADZITEY e NURUL., 2011).

Na coloração apresentada pelos animais do atual estudo foram encontrados as médias para L\* (luminosidade) de 29,34, a\* (intensidade da cor vermelha) de 14,43 e de b\* (intensidade de cor amarela) 5,78. Segundo Muchenje et al. (2009), é considerado normal os valores para L\* entre 33,2 - 41, a\* de 11,1 - 23,6 e b\* entre 6,1 - 11,3. Os valores encontrados são similares ao de Carmo et al. (2017) para a média de L\* de 30,51, Barcellos et al. (2018) para a\* de 14,58 e de Andrade et al. (2010) para b\* de 3,78, todos realizados com bovinos da raça Nelore.

Vários fatores podem influenciar na coloração como o grau de atividade do animal, em que animais criados a pasto se exercitam mais e são abatidos em idade mais avançada, possuindo maior concentração de mioglobina, apresentando-se mais avermelhada (FELICIO, 1999), a raça, apresentado por Kuss e colaboradores (2005), quais verificaram que animais com predominância de Nelore no genótipo apresentaram carne mais escura,

comportamento relacionado ao temperamento agitado da raça. Outro fator que para carne com baixa luminosidade por ser atribuído ao pH, uma vez carnes de valores maiores ou igual a 6,0 tendem a possuir baixa refletância de luz devido à alta capacidade de retenção de água (MAGANHINI et al., 2007).

A perda por gotejamento é um dos parâmetros para avaliação da capacidade de retenção (CRA) da água. No presente estudo a média das coletas para as perdas por gotejamento foi de 1,88%, Igarassi et al. (2008) encontrou em animais provenientes do cruzamento das raças de Red Angus com Nelore, em Botucatu (SP), o resultado de 4,30% para as perdas por gotejamento. Strydom et al. (2011) obteve o valor de 2,01% em bovinos da raça Brahman, Hopkins et al. (2014) em 115 carcaças de abatedouros frigoríficos, encontraram a média de 2% e Lage et al. (2012), em Nelores, encontraram 1,85%.

No presente estudo foi observada uma baixa perda de fluidos, novamente, devido à alta capacidade de retenção de água, resultado atribuído ao pH encontrado levando à baixa desnaturação proteica e alta ligação da água (ADZITEY e NURUL., 2011).

#### **4. Resultados das medidas de ressonância paramagnética eletrônica nas amostras de tecido muscular**

A detecção das espécies reativas de oxigênio nas amostras de tecido muscular coletadas no momento pós sangria foram realizadas em um espectrômetro de RPE Bruker® EMXplus com Banda X . A leitura de cada amostra gerou um espectro em que a amplitude pico-a-pico da transição central é proporcional à concentração de spins de elétrons desemparelhados, oriundo das moléculas dos marcadores de spin que produz um sinal, com amplitude amplificada por um Lock-in, indicador da quantidade dos radicais livres presentes por grama de amostra. Ao converter os valores da curva na equação apropriada, obtem-se um valor numérico que representa a quantidade de espécies reativas de oxigênio detectada por grama de tecido.

Os valores obtidos das médias das amostras de cada período de coleta encontram-se na Tabela 4.

Não existem resultados de quantificação de ERO em tecido muscular ou carne de bovinos. Gadjeva et al. (2013), utilizou a técnica de EPR para detecção de radicais livres e de agentes antioxidantes em diferentes grupos musculares na carne suína *in natura*, no

intervalo de 2 a 3 horas após abate. Os pesquisadores detectaram no músculo *Longissimus* o valor médio  $7.69 \pm 0.91$  de ERO por grama, valor inferior ao comparar com as médias dos demais músculos analisados em seu trabalho, os subescapular ( $8.66 \pm 1.17$ ) e gluteobíceps ( $8.54 \pm 1.05$ ). Na presente pesquisa o fragmento muscular analisado foi o músculo extensor do carpo, e detectou-se nas amostras um valor superior ao encontrado por Gadjeva et al, (2013), com a média entre todas as coletas de 52,58 ERO/g.

Tabela 4. Média dos valores das espécies reativas de oxigênio obtidas pela curva de EPR provenientes das amostras de tecido muscular, por grama.

Coletas realizadas	Média de valores das espécies reativas de oxigênio (ERO) obtida das quatro (04) coletas				Média final das amostras de todas as coletas
	1 n=9	2 n=4	3 n=7	4 n=13	1 – 4 n total=33
ERO por grama no tecido no tecido muscular	39,67	35,24	99,15	36,29	52,58

O resultado desta elevada média encontrada não está esclarecido, pois ainda há muita escassez de estudos sobre dosagem de ERO em carnes de diferentes espécies domésticas. Desta forma algumas hipóteses podem ser levantadas, as quais levariam a esses resultados discrepantes. Primeiramente, a diferente espécie avaliada uma vez que no presente trabalho foi realizada a detecção de ERO em amostras de carne bovinas, enquanto que Gadjeva et al. (2013) tabalhou com suínos, não possibilitando a comparação dos resultados. Outros fatores que podem ter influenciado na quantidade de ERO são a região muscular escolhida e a metodologia utilizada, em que foi analisado o fragmento do músculo extensor do carpo, imediatamente coletado após o abate e congelado em nitrogênio líquido, enquanto no trabalho de Gadjeva et al. (2013) coletou-se de outras três regiões musculares, sendo fragmentos dos músculos longissimus, subescapular, gluteobíceps, retirados após uma média de 3 horas do abate.

No trabalho de Gadjeva et al. (2013) há evidências das enzimas Catalase e Superóxido dismutase realizarem a diminuição da concentração de radicais livres na célula muscular diminuindo a atividade oxidativa local no intervalo de 2 a 3 horas *post mortem*, uma vez que foi observado que quando ocorre o aumento do estresse oxidativo também aumenta as atividades dessas enzimas demonstrando a resposta do sistema enzimático antioxidante na carne suína fresca.

Como na presente pesquisa houve o congelamento das amostras, essas enzimas provavelmente não tiveram tempo para atuar, sendo um dos fatores levantados mais influentes para o grande número de radicais livres detectados pela RPE neste estudo. Portanto é necessária a realização de mais pesquisas para se quantificar as espécies reativas de oxigênio em diferentes condições de coleta, armazenagem e tempo pós abate.

Neste ponto, pode-se afirmar que mais pesquisas devem ser realizadas comparando diferentes protocolos de aferição de radicais livres com a análise qualitativa da carne, para que seja possível verificar se a quantidade de ERO apresentadas é suficiente para prejudicar a qualidade do produto.

Ao analisar as variáveis ERO no tecido e hematomas (ausência ou presença), pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, foi constatado que não houve diferença significativa entre as médias avaliadas, entretanto houve diferença nos resultados do desvio padrão, permitindo-se notar uma tendência na qual, animais com ausência de hematomas possuem uma taxa de variação menor e mais estreita ao comparar com animais que possuem hematomas, representados na Figura 2.

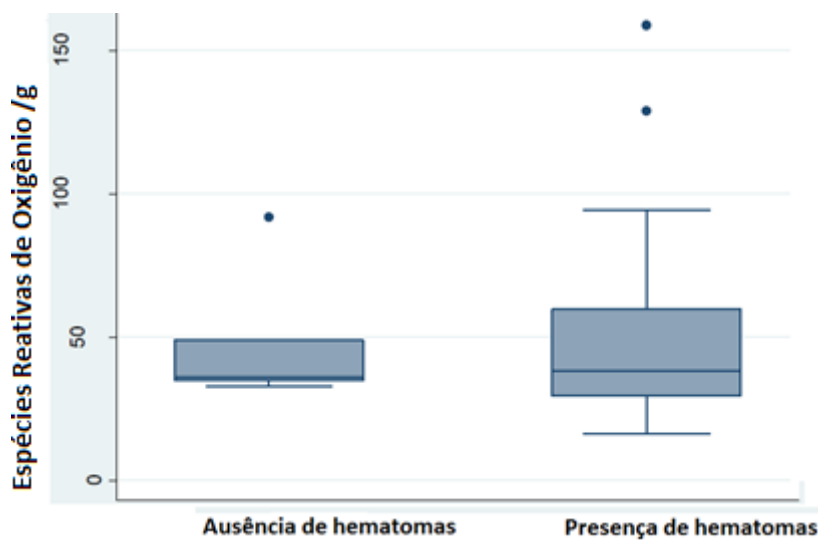


Figura 2 - Resultados apresentados em Boxplot pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov, STATA 12®, para avaliação na relação entre as variáveis ERO no tecido/grama *versus* ausência e presença de hematomas.

Apesar de existir diversos trabalhos que analisam a qualidade da carne de bovinos, estes são, em sua grande maioria, realizados comparando a carne obtida de diferentes

raças, tipos cruzamentos genéticos e alimentações distintas (ANDRADE et al., 2010; KUSS et al., 2005; PACHECO et al., 2005; COSTA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2002). O presente estudo é o primeiro trabalho realizado a fim de caracterizar a qualidade da carne bovina proveniente de abatedouros frigoríficos do Distrito Federal e Entorno, e de uma forma geral, os resultados obtidos encontram-se dentro dos parâmetros de qualidade desejáveis.

Os trabalhos que avaliam a presença de radicais livres em alimentos, como a carne, são mais facilmente encontrados, entretanto a maioria direciona a pesquisa para a detecção de radicais livres em produtos que passaram por algum tratamento de ação antioxidante (BOLLUMAR et al. 2014; YAO et al., 2012; MARIUTTI et al., 2009).

O presente estudo é o primeiro trabalho feito no Brasil que visa relacionar o estresse pré-abate dos bovinos com a detecção das ERO e sua interferência na qualidade da carne. Entretanto, mostrou-se necessário a realização de mais pesquisas na área para que seja possível a padronização da técnica, mais clareza na leitura dos resultados e a verificação da real se haveria relação entre os fatores de estresse pré-abate, presença de radicais livres e qualidade da carne.

## V CONCLUSÃO

A distância e o tempo percorrido pelos animais até a chegada aos abatedouros frigoríficos, assim como o tempo de descanso que permaneceram na indústria não foram suficientes para influenciar na qualidade da carne dos animais.

Os resultados obtidos das análises organolépticas da carne mostraram que houve algumas variações nos parâmetros avaliados, no entanto as amostras se enquadraram como carnes de boa qualidade. Foram observadas duas tendências no presente trabalho, a de que o valor de pH pode ser influenciado pela presença de hematomas, assim como de espécies reativas de oxigênio.

Não foram encontrados estudos que comparam a quantidade de ERO no pré-abate relacionado ao estresse e a qualidade da carne bovina, necessitando de mais pesquisas nesta área para verificar se há possível relação entre estes parâmetros.



## VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Relatório das Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. Período: jan/2017 - out/2017.

ADZITEY, F; NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review. **International Food Research Journal**. v.18, p. 11-20, 2011.

ALVES, A.R; JÚNIOR, J.P.F; SANTANA, M.H.M; DE ANDRADE, M.V.M; LIMA, J.B.A; PINTO, L.S.P; RIBEIRO, L. M. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. **Pubvet**. v.10, n.6, p.448-459, 2016.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Meat Color Measurement Guidelines**. Illinois: 2012. 136 p.

ANDRADE, E. N; SILVA, R.A.M.S; ROÇA, R.O; SILVA, L.A.C; GONÇALVES, H.C; PINHEIRO, R.S.B. Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no Pantanal em função do transporte. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1991-1996, 2008.

ANDRADE, P.L; BRESSAN, M.C; GAMA, L.T; GONÇALVES, T.M; LADEIRA, M.M; RAMOS, E.M . Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore1. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

BARCELLOS, V.C; MOTTIN, C; PASSETTI, R.A.C; GUERRERO, A; EIRAS, C.E; PROHMAN, P.E; VITAL, A.C.P; PRADO, I.N. Carcass characteristics and sensorial evaluation of meat from Nellore steers and crossbred Angus vs. Nellore bulls. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 4, p. 437-448, 2017.

BATISTA DE DEUS, J.C; SILVA, W.P; SOARES, G.J.D. Efeito da Distância de Transporte de Bovinos no Metabolismo *post mortem*. **Rev. Bras. 152 de Agrociência**, v.5 n 2, p. 152-156,1999.

BERG, K; ERICSSON, M; LINDGREN, M.; GUSTAFSSON, H. A High Precision Method for Quantitative Measurements of Reactive Oxygen Species in Frozen Biopsies. **PLOS ON**. v. 9, 2014.

BERTOLONI, W; SILVA, J. L. da; ABREU, J. S. del; ANDREOLLA, D. L. Bem-estar e taxa de hematomas de bovinos transportados em diferentes distâncias e modelos de carroceria no estado do Mato Grosso – Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.850-859, 2012.

BOLLUMAR, T; ANDERSEN, M. L; ORLIEN, V. Mechanisms of radical formation in beef and chicken meat during high pressure processing evaluated by electron spin resonance detection and the addition of antioxidants. **Food Chemistry**. v.150, p. 422–428, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº3, de 17 de janeiro de 2000. **Dispõe sobre Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue**. Brasília, 17 de janeiro de 2000.

BRASIL. Regulamento Da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos De Origem Animal. Brasília, 1997.

CARDOSO, C.P; SILVA, B.F; GONÇALVES, D.S; TAGLIARI, N. T; SAITO, M. E; AMARANTE, A.F.T. Resistência contra ectoparasitas em bovinos da raça Crioula Lageana e meio-sangue Angus avaliada em condições naturais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 34, n.2, p.141-146, 2014.

CARMO, T. J; PERIPOLLI, V; JÚNIOR, B.G.C.J; TANURE, C. B; FIORAVANTI, M.C.S; RESTLE, J; KINDLEIN, L; MCMANUS, C. Carcass characteristics and meat evaluation of Nelore cattle subjected to different antioxidant treatments. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n.2. p.138-146, 2017.

CHEN, X; ZHANG, L.; LI, J; GAO, F; ZHOU G. Hydrogen peroxide-induced change in meat quality of breast muscle of broilers is mediated by ROS generation, apoptosis and autophagy in NF- $\kappa$ B signal pathway. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2017.

COSTA, E. C; RESTLE, J; BRONDANI, I.L; PEROTTONI, J; FATURI, C.; MENEZES, F.E.G. Composição Física da Carcaça, Qualidade da Carne e Conteúdo de Colesterol no Músculo Longissimus dorsi de Novilhos Red Angus Superprecoces, Terminados em Confinamento e Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.

FELÍCIO, P.E. de. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ. Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

FERNANDES, A.R.M; SAMPAIO, A.A.M; HENRIQUE, W; OLIVEIRA, E. A; TULLIO, R. R; PERECIN D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.

GOMES, R. C; FEIJÓ, G. L. D; CHIARI, L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. **EMBRAPA**. 2017

GOMES, B.R.B; FIRMINO, M; JORGE, J.S; FERREIRA, M.L.O; RODOVALHO, T.M; WEIS, S.N; SOUZA E.P.G; MORAIS, P.C; SOUSA, M.V; SOUZA, P.E.N; VEIGA-SOUZA, F. H. Increase of reactive oxygen species in different tissues during lipopolysaccharide-induced fever and antipyresis: an electron paramagnetic resonance study. **Free Radical Research**, 2018

HOPKINS, D.L; PONNAMPALAM, E.N; VAN DE VEN, R.J; WARNER, R.D. The effect of pH decline rate on the meat and eating quality of beef carcasses. **Animal Production Science**, v. 54, p 407–413, 2014.

HONIKEL, K. O. Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat. **Meat Science**, Vol. 49, No. 4, 447-457, 1998

HUERTAS, S.M; EERDENBURG, F.V; GIL, A; PIAGGIO, J. Prevalence of carcass bruises as an indicator of welfare in beef cattle and the relation to the economic impact. **Veterinary Medicine and Science**. v.1, pp. 9–15, 2015.

IGARASSI, M. S; ARRIGONI, M. B; HADLICH, J. C; SILVEIRA, A. C; MARTINS, C. L; OLIVEIRA, H. N. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.520-528, 2008.

IBGE. **Pesquisa trimestral de abate de animais**, 2016. Disponível em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201602\\_1.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201602_1.shtm)>

JÚNIOR, D.M.L; RANGEL, A.H.N; URBANO, S.A; MACIEL, M.V; AMARO, L.P.A. Alguns Aspectos Qualitativos da Carne Bovina: Uma Revisão. **Acta Veterinaria Brasílica**, v.5, n.4, p.351-358, 2011.

KIM, Y.H.B; KEMP, R; SAMUELSSON, L.M. Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. **Meat Science**. v.111, p.168–176, 2016.

KLONT, R.E; BARNIER, V.M.H; SMULDERS, F.J.M; VAN DIJK, A; HOVINGBOLINK, A.H; EIKELENBOOM, G. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass. **Meat Science**. v.53, p. 195–202, 1999.

KNOWLES, T.G. Review of the road transport of cattle. **Veterinary Record**, February 20, 1999.

KUSS, F; LÓPEZ, J; RESTLE, J; BARCELLOS, J.O.J; MOLETTA, J.L; LEITE, M.C.P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.924-931, 2010.

LAGE, J.F; PAULINO, P.V.R; VALADARES FILHO, S.C; SOUZA, E.J.O; DUARTE, M.S; BENEDETI, P.B.B; SOUZA, N.K.P; COX, R.B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**. v. 90, p. 770–774, 2012.

LINARES, E; GIORGIO, S; MORTARA, R.A; SANTOS, C.X.C; YAMADA, A. T.; AUGUSTO, O. **Free Radical Biology & Medicine**, v.30, n. 11, p. 1234–1242, 2001.

LUDTKE, C.B; CIOCCA, R.F.P; DANDIN, T; BARBALHO, P.C; VILELA, J.A; FERRARINI, C. Abate humanitário de bovinos– Rio de Janeiro: WSPA, 2012 148 p.

MAGANHINI, M.B; MARIANO, B; SOARES, A.L; GUARNIERI, P.D; SHIMOKOMAKI, M; IDA, E.I. Carnes PSE (pale, soft, exudativa) e DFD (dark, firm,

dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, supl.1, p.69-72, 2007

MENEZES, L.F.G; RESTLE, J; VAZ, F.N; BRONDANI, I.L; FILHO, D.C.A; FREITAS, A.K; METZ, P.A.M. Composição Física da Carcaça e Qualidade da Carne de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.946-956, 2005.

MELO, A.F; MOREIRA, J. M; ATAÍDES, D.S; GUIMARÃES, R.A.M; LOIOLA, J.L; OLIVEIRA, R.Q. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.3, p.850-859. 2012.

MINOLTA. **Precise color communication**. Minolta Camera Co., Ltd. Japan, 1993. 49p

MRAKIC-SPOSTA, S; GUSSONI, M; MONTORSI, M; PORCELLI, S; VEZZOLI, A. A Quantitative Method to Monitor Reactive Oxygen Species Production by Electron Paramagnetic Resonance in Physiological and Pathological Conditions. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. 2014.

MUCHENJE, V; DZAMA, K; CHIMONYO, M; STRYDOM, P.E; RAATS, J.G. Relationship between preslaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. **Meat Science**, v.8, p.653-657, 2009.

RIBEIRO, F.G; LEME, P.R; BULLE, M. L.M; LIMA, C.G; SILVA, S.L; PEREIRA, A.S.C; LANNA, D.P.D. Características da Carcaça e Qualidade da Carne de Tourinhos Alimentados com Dietas de Alta Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.

RICARDO, H.A. Resfriamento de carcaças de ruminantes. **Pubvet**, v. 4, n. 9, ed. 114. 2010

ROMERO, M.H; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F; SÁNCHEZ, J.A; MIRANDA-DE LA LAMA, G.C. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. **Meat Science**. v. 95, p.256–263, 2013

RUBIANO, G.A.G; ARRIGONI, M. B; MARTINS, C.L; RODRIGUES, E; GONÇALVES, H. C; ANGERAMI, C. N. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 12, p. 2490-2498, 2009.

SCHAICH, K. M. EPR methods for studying free radicals in foods. In: MORELLO, M.J.; SHAHIDI, F; HO, C.T. (EDS). **Free Radical In Food: Chemistry, Nutrition, and Health Effects**. American Chemical Society. cap. 2, p. 12-34. Washington, 2002.

SOUSA, G.G.T; JÚNIOR, S.C.S; SANTOS, K. R; GUIMARÃES, J. E.C; LUZ, C.S.M; JÚNIOR, C.P.B; FONSECA, W.J.L. Características reprodutivas de bovinos da raça Nelore do meio Norte do Brasil. **Pubvet**, Londrina, v 6, n 21, 2012.

STRYDOM, P.E; FRYLINCK, L; SMITH, M.F. Variation in meat quality characteristics between Sanga (*Bos taurus africanus*) and Sanga-derived cattle breeds and between Sanga and Brahman (*Bos indicus*). **Animal**, v.5, n.3, p 483–491, 2011.

TSUHAKO, M. H; AUGUSTO, O; LINARES, E; DAGLI, M. L. Z; PEREIRA, C. A. Association between nitric oxide synthesis and vaccination-acquired resistance to murine hepatitis virus by spf mice. **Free Radical Biology & Medicine**. v.41, p. 1534–1541, 2006

WHEELER, T. L; SHACKELFORD, S.D; KOOHMARAIE, M. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Reciprocal Meat Conference**. p. 68-77.1997.

WILLIS, G.R; UDIAWAR, M; EVANS, W. D; BLUNDELL, H. L; JAMES, P. E; REES, D. A. Detailed characterisation of circulatory nitric oxide and free radical indices—is there evidence for abnormal cardiovascular homeostasis in young women with polycystic ovary syndrome? **Royal College of Obstetricians and Gynaecologists**. p.1471-0528, 2013.

YAO, D; VLESSIDIS, A.G; .EVMIRIDIS, N. P; ZHOU, Y; XU, S; ZHOU, H. Novel chemiluminescence method for detection of superoxide anions and its application to dry-cured meat. *Analytica Chimica Acta*. v. 467, n. 1–2, 3, p.145-153, 2002.

ZHANG, W; XIAO, S; AHN, D. U. Protein Oxidation: Basic Principles and Implications for Meat Quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.53, n.11, p. 1191-1201, 2014

## ANEXO A - TABELA DOS DADOS COM TODAS AS COLETAS REALIZADAS

Animal/ Coleta	Sexo	Distancia	Duração média do transporte	pH	Hematomas	L*	a*	b*	Coc (%)	Cisa (kg)	Drip Loss (%)	ROS Tecido	Massa T
01/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	6,51	1	33,56	10,36	3,74	9,17 1.2	9,17 1.2	0,59	34,57857	0,0164
02/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,81	0	34,46	16,59	8,36	13,85 3.4	13,85 3.4	0,81	35,00547	0,0162
03/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,67	1	31,46	14,16	5,09	9,42 2.63	9,42 2.63	0,79	56,40122	0,0158
04/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,79	1	33,44	12,52	6,42	13,53 2.65	13,53 2.65	1,96	29,38283	0,0193
05/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,85	0	38,18	13,45	6,83	11,74 1.6	11,74 1.6	0,4	49,01186	0,0253
06/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,72	1	34,06	17,66	8,54	10,03 1.45	10,03 1.45	0,59	39,81043	0,0211
07/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,77	1	34,88	13,74	5,87	23,57 3.08	23,57 3.08	0,6	52,15054	0,0186
08/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	6,63	1	30,61	18,94	7,28	17,46 5.0	17,46 5.0	0,59	31,4433	0,0194
09/ Coleta 1	Macho	Formosa - GO (90 KM)	1h 20m	5,71	1	25,81	11,78	4,88	24,07 4.73	24,07 4.73	0	29,32099	0,0192
10/ Coleta 2	Macho	Padre Bernardo - GO (130km)	1h 40 m	5,79	1	34,28	16,54	8,3	17,57 2.95	17,57 2.95	1,82	44,40816	0,0245
11/ Coleta 2	Macho	Padre Bernardo - GO (130km)	1h 40 m	6,02	1	30,87	14,05	6,89	13,73 6.1	13,73 6.1	0,49	22,98315	0,0318
12/ Coleta 2	Macho	Padre Bernardo - GO (130km)	1h 40 m	5,92	1	33,78	16,29	6,13	19,75 2.0	19,75 2.0	1,19	35,91404	0,0172
13/ Coleta 2	Macho	Padre Bernardo - GO (130km)	1h 40 m	5,66	1	30,53	14,12	5,38	11,87 5.7	11,87 5.7	2,36	37,66595	0,0164
14/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,93	1	22,54	11,16	3,52	6,04 1.4	6,04 1.4	2,75	37,81028	0,0689
15/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,73	1	26,3	11,89	4,14	9,4 2.5	9,4 2.5	0,79	88,97638	0,0381
16/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,78	1	28,84	15,74	6,58	9,31 1.1	9,31 1.1	1,17	128,90625	0,064
17/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	6,17	1	29,77	13,95	6,37	11,89 2.1	11,89 2.1	1,8	93,52125	0,0339
18/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,75	1	30,1	12,87	5,04	15,46 3.62	15,46 3.62	1,02	94,21242	0,0282
19/ Coleta 3	Fêmea	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,68	1	29,09	13,95	4,56	11,96 2.62	11,96 2.62	3,81	158,85167	0,0209
20/ Coleta 3	Macho	Luziânia - GO (70 km)	1h	5,78	0	28,42	13,85	5,89	10,01 1.3	10,01 1.3	0,59	91,82004	0,0489
21/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	2 h	5,81	1	24,53	22,57	4,07	10,33 1.7	10,33 1.7	0,58	18,60215	0,093
22/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	3 h	5,75	1	26,88	13,45	5,05	6,12 1.3	6,12 1.3	1,38	17,44997	0,1398
23/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	4 h	5,27	1	26,09	14,03	5,51	12,5 1.43	12,5 1.43	3,84	47,16981	0,0477
24/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	5 h	5,7	1	31,5	15,81	7,01	7,43 1.8	7,43 1.8	4,9	29,5207	0,0918
25/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	6 h	5,74	1	26,83	12,9	5,32	10,26 1.7	10,26 1.7	1,83	81,08866	0,0352
26/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	7 h	5,9	1	26,32	17,58	6,47	11,69 1.3	11,69 1.3	1,93	16,21212	0,132
27/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	8 h	5,8	0	25,56	13,35	4,14	9,21 1.6	9,21 1.6	2,82	32,79804	0,0798
28/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	9 h	5,85	1	26,4	14,12	5,58	9,22 1.4	9,22 1.4	2,69	40,2054	0,0565
29/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	10 h	5,78	0	28,26	10,45	4,09	12,81 1.6	12,81 1.6	3,53	36,21212	0,066
30/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	11 h	6,75	1	28,93	17,3	6,93	7,85 1.4	7,85 1.4	3,3	63,09195	0,0335
31/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	12 h	5,99	1	18,05	12,99	5,22	6,41 1.2	6,41 1.2	4,5	28,95408	0,0784
32/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	13 h	5,78	1	30,44	13,5	5,9	6,47 1.3	6,47 1.3	3,26	21,87834	0,0937
33/ Coleta 4	Fêmea	Orizona - GO (140 km)	14 h	5,73	1	27,45	14,7	5,69	7,72 1.3	7,72 1.3	3,56	38,69992	0,0735