

CASSIO TOLEDO MESSIAS

**PERÍODO DE DESCANSO ANTE-MORTEM E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS ABATIDOS EM FRIGORÍFICO COMERCIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M585p
2012

Messias, Cassio Toledo, 1979-

Período de descanso *ante-mortem* e qualidade da carne de
bovinos abatidos em frigorífico comercial / Cassio Toledo
Messias. – Viçosa, MG, 2012.
ix, 30f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Pedro Viegas Rodrigues Paulino

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 26-30

1. Carne- Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 664.907

CASSIO TOLEDO MESSIAS

**PERÍODO DE DESCANSO ANTE-MORTEM E QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS ABATIDOS EM FRIGORÍFICO COMERCIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

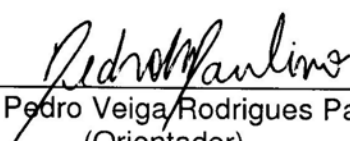
APROVADA: 6 de dezembro de 2012.



Prof. Renius de Oliveira Mello



Prof. Marcos Inácio Marcondes



Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Orientador)

A meu pai Clovis Messias e minha mãe Cecília Toledo Messias, por tudo que fizeram e me proporcionaram na vida, nunca medindo esforços para me ajudar nas minhas conquistas, e pelo exemplo de vida que me ensinaram.

À minha querida e amada esposa Mariana Araújo Nechel, que sempre me ajudou, dando muita força nas horas mais difíceis.

À minha “Vó Helena”, que veio a falecer no dia da minha entrevista do mestrado.

Aos amigos Maurício Kato e Mara Kato, pela ajuda e amizade.

Às famílias que me acolheram ao longo da minha vida, pela confiança, carinho e amizade, tornando minha vida mais feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me dar força e esperança para que eu possa alcançar meus objetivos.

Ao dr. Volmir e à dona Lúcia, por cederem seus animais para o desenvolvimento do experimento.

Ao professor Pedro Veiga, pela oportunidade de trabalhar na área de qualidade de carne, com a qual muito me identifiquei, pela orientação em todo o mestrado.

À professora Dra. Jucilele e ao prof. Dr. Marlos, que me ajudaram muito durante o meu mestrado e na execução da minha dissertação e experimento.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição em momentos de dúvida durante o tempo do mestrado profissionalizante.

Aos amigos que conheci no mestrado, pelo auxílio, confiança e momentos de alegria; aos amigos de campo, pela ajuda indispensável, pela alegria durante esse trabalho, pela amizade e confiança.

Aos meus amigos professores da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal (FACIMED) e aos funcionários do SIF-4334, pela ajuda e companheirismo.

A todos os demais que colaboraram direta ou indiretamente para que o trabalho fosse realizado.

BIOGRAFIA

CASSIO TOLEDO MESSIAS, filho de Clovis Messias e Cecília Toledo Messias, nasceu no dia 7 de novembro de 1979 em São Paulo - SP.

Em dezembro de 1998, concluiu o ensino médio no Colégio Soares de Oliveira, na cidade de Barretos/SP.

Em fevereiro de 1999, iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária na Faculdade Moura Lacerda em Ribeirão Preto/SP, concluindo-o na Faculdade UniFEOB, em São João da Boa Vista/SP, em novembro de 2004.

Em dezembro de 2004, ingressou no Serviço de Inspeção Federal, no Estado de Rondônia.

Em 2008, terminou o Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia dos Alimentos pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Em 2010, terminou o Curso de Especialização em Didática do Ensino Superior pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal (FACIMED).

Em 2012, terminou o Curso de Especialização - MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Em 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado Profissionalizante, em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa da dissertação em dezembro de 2012.

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

RESUMO

MESSIAS, Cassio Toledo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2012.
Período de descanso *ante-mortem* e qualidade da carne de bovinos abatidos em frigorífico comercial. Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

Avaliou-se o efeito do tempo de descanso *ante-mortem* de bovinos em frigorífico comercial sobre níveis de glicose, lactato e cortisol sanguíneos e parâmetros de qualidade da carne, como força de cisalhamento, pH, perdas por exsudação e cor objetiva. Foram utilizados 60 tourinhos, Nelore, distribuídos em sete tratamentos. Avaliaram-se os efeitos do tempo de descanso de 0, 4, 8, 12, 16, 20 ou 24 horas dos bovinos sob jejum e dieta hídrica, nos currais do matadouro frigorífico. Os animais submetidos ao jejum pré-abate apresentaram menores níveis de glicose e lactato no sangue em relação ao tratamento sem descanso ($P < 0,05$). Dos parâmetros sanguíneos avaliados, o tempo de descanso pré-abate influenciou apenas a concentração de glicose. A qualidade da carne dos bovinos, quanto à perda por exsudatos e força de cisalhamento, não foi influenciada pelos tempos de descanso ($P > 0,05$), sendo possível caracterizá-la a carne como macia. Para as características de coloração da carne, a cor (L, a, b e c) teve influência ($P < 0,05$); houve diferença apenas para os índices de tonalidade (h^*) e saturação (c^*) da cor da carne, comparando-se a média dos tratamentos com descanso em relação ao tempo 0 com a dos tempos de descanso. Contudo, essa diferença não justifica diferenças para coloração da carne em si, visto que

os principais parâmetros da cor, como o índice de vermelho a^* , amarelo b^* e a luminosidade L^* , apresentaram diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

ABSTRACT

MESSIAS, Cassio, Toledo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2012. **The commercial slaughterhouse livestock antemortem rest time and quality of their beef.** Adviser: Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

This study has assessed the impact of commercial slaughterhouse livestock antemortem rest time on their glucose, lactate and cortisol concentrations, and on parameters of beef quality, such as shear strength, drip losses, and color. A total of 60 nelore calves were assessed in seven treatments. The effects of 0, 4, 8, 12, 16, 20, and 24 hours of rest time were examined for cattle submitted to fasting and hydric diet in the lairage of the slaughterhouse. Cattle submitted to pre-slaughter fasting had lower levels of glucose and lactate in their blood ($P < 0.05$). Regarding the blood parameters examined, rest time has only affected glucose concentration. Beef quality, with regard to drip losses, color, and shear strength, was not affected by rest time ($P > 0.05$). Thus, beef was characterized as tender meat. However, beef color characteristics (L , a , b e c) have been affected ($P > 0.05$); differences were found only for hue (h^*) and color saturation (c^*), when comparing the mean of treatments that included rest time in relation to time 0 to the mean of times of resting. However, such differences do not justify changes in beef color itself,

since the main parameters of color like the redness a^* , yellow b^* , and luminosity L^* did not differ among treatments.

1. INTRODUÇÃO

É amplamente reconhecido que o estresse pré-abate afeta severamente as características de qualidade da carne de animais domésticos. Assim, a forma de manejo e a adequação das instalações, tanto na fazenda quanto no matadouro, devem ser observadas, a fim de evitar o sofrimento desnecessário do animal e a perda na qualidade final da carne (GOMIDE et al., 2006).

Considerando que os animais de corte crescem e como seus músculos se desenvolvem e são diferenciados, a distinção entre os termos “músculo” e “carne” não tem sido enfatizada. A carne, embora reflita grandemente a natureza química e estrutural dos músculos dos quais ela é o aspecto *post-mortem*, difere deles porque uma série de alterações bioquímicas e biofísicas são iniciadas no músculo por ocasião da morte do animal (Lawrie, 2005).

O período de descanso e dieta hídrica no matadouro é o tempo necessário para que os animais se recuperem das perturbações surgidas pelo deslocamento desde o local de origem até o estabelecimento de abate (GIL; DURÃO, 1985).

De maneira geral, acredita-se que seja necessário um período mínimo de 12 a 24 horas de retenção e descanso para que o gado que foi submetido a condições desfavoráveis durante o transporte por um curto período se recupere rapidamente (GOMIDE et al., 2006). Os animais submetidos a essas mesmas condições, mas por período prolongado, exigirão vários dias para readquirirem sua normalidade fisiológica (THORNTON, 1969).

O descanso tem como objetivo principal reduzir o conteúdo gástrico para facilitar a evisceração da carcaça (THORNTON, 1969) e também restabelecer as reservas de glicogênio muscular (BARTELS, 1980; SHORTHOSE, 1991; THORNTON, 1969), tendo em vista que as condições de estresse reduzem as reservas de glicogênio antes do abate (BRAY et al., 1989).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA estabelece:

Art. 110 - É proibida a matança de qualquer animal que não tenha permanecido pelo menos 24 (vinte e quatro) horas em descanso, jejum e dieta hídrica nos depósitos do estabelecimento (BRASIL, 1952).

§ 1º - O período de repouso pode ser reduzido, quando o tempo de viagem não for superior a 2 (duas) horas e os animais procedam de campos próximos, mercados ou feiras, sob controle sanitário permanente; o repouso, porém, em hipótese alguma, deve ser inferior a 6 (seis) horas (BRASIL, 1952).

Nesse período os animais permanecem em descanso e dieta hídrica, sendo realizada a inspeção *ante-mortem*, com as seguintes finalidades: a) exigir e verificar os certificados de vacinação e sanidade do gado; b) identificar o estado higiênico-sanitário dos animais para auxiliar, com os dados informativos, a tarefa de inspeção *post-mortem*; c) identificar e isolar os animais doentes ou suspeitos, antes do abate, bem como vacas com gestação adiantada e recém-paridas; e d) verificar as condições higiênicas dos currais e anexos (Brasil, 1952).

A condição final da carne é resultado do que aconteceu com o animal durante a cadeia produtiva. O manejo inadequado dos animais nos currais das propriedades, no embarcadouro, em condições de transporte inadequadas, caminhões e estradas em mau estado de conservação e animais muito agitados em decorrência do manejo muito agressivo são fatores de risco e que podem levar a contusões, estresse e perda significativa na qualidade da carne (Silva et al., 2011).

O tempo de descanso de curral é outro fator que está começando a ser estudado, bem como sua influência na qualidade da carne e o melhor tempo de descanso de curral para abater os animais. Tudo isso favorece o sistema de produção da carne (DEL CAMPO et al., 2010).

O comércio e o acesso aos mercados estão cada vez mais vinculados ao bem-estar animal em vários aspectos. Em primeiro lugar, existe uma tendência crescente de o varejo internacional e empresas alimentares de estabelecerem normas de qualidade para os produtos que vendem, incluindo disposições que regem o modo como os produtos de origem animal são produzidos (FULPONI, 2006).

Alguns países estão fazendo acordos comerciais que prezam a equivalência das normas de bem-estar animal. Sempre que esses acordos envolvem países com desenvolvimentos econômicos diferentes, eles também podem estabelecer a cooperação para apoiar a educação, formação e capacitação para o bem-estar animal nas economias menos desenvolvidas, (PARANHOS et al., 2006).

Objetivou-se avaliar neste trabalho o efeito do tempo de descanso dos bovinos no curral do matadouro-frigorífico sobre níveis séricos de glicose, lactato e cortisol no sangue, relacionando-o com a qualidade de carne.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne bovina, com uma produção de carcaças equivalente a 9,1 milhões de toneladas em 2012, e o primeiro exportador mundial, com 1.500 toneladas no ano de 2012. Apesar da posição de destaque em que o País se encontra, as exportações absorvem apenas 16,5% da produção de carne bovina, sendo o restante destinado ao consumo interno, com um consumo *per capita* de 40 kg/ano (ABIEC, 2012). Atualmente, o Brasil possui um rebanho de 208 milhões de cabeças, com uma taxa de desfrute de 18,9%, e a exportação anual de animais vivos gira em torno de 404.853 cabeças (ABIEC, 2012). No mercado internacional, a carne bovina brasileira ainda é vista como um produto de baixo valor agregado, quando comparada às carnes americana e australiana, por exemplo, que recebem maiores cotações internacionais (ABIEC, 2012).

Com o crescente aumento da população e do seu poder de compra e consumidores cada vez mais exigentes e criteriosos na escolha dos alimentos, as agroindústrias, além de aumentarem a produção, vêm investindo cada vez mais no aspecto qualitativo dos seus produtos, no intuito de fidelizar clientes e conquistar novos mercados (BRASIL, 2012).

A bovinocultura, um dos principais ramos do agronegócio, assume lugar de grande destaque na economia brasileira. Esse setor proporciona o desenvolvimento de dois grandes segmentos lucrativos, a cadeia produtiva da carne e do leite. Essas atividades estão presentes em todos os Estados

brasileiros, mostrando sua grande importância. O clima predominantemente tropical do País, além de sua vasta extensão territorial, permite a criação do gado em pastagens (BRASIL, 2012).

A pecuária no Brasil caracteriza-se pela criação extensiva a pasto, considerada a mais econômica fonte de nutrientes para os bovinos. No entanto, apesar do grande potencial de produção das gramíneas tropicais, a produtividade animal ainda é baixa, devido, principalmente, à distribuição estacional e variação quantitativa e qualitativa da produção de forragens, demandando mais tempo para terminação dos animais a pasto. Esse fato tem contribuído para a imagem de que a carne brasileira provém de animais velhos, apresentando aspectos qualitativos indesejáveis, sendo a maciez o quesito mais questionável (DELGADO et al., 2006).

Há alguns anos, o abate de animais de produção não despertava muito interesse por tecnologia; havia mais preocupação com a inspeção dos produtos finais. Com o avanço das pesquisas científicas, descobriu-se que os fatores pré-abate influenciam na qualidade da carne, evidenciando que as etapas do manejo *ante-mortem*, como manejo na propriedade, transporte, descarga, manejo e movimentação no curral do frigorífico, insensibilização e sangria, bem como instalações adequadas, quando bem executadas, minimizam o estresse dos animais e melhoram as condições de abate e qualidade final da carne (GOMIDE et al., 2006).

As indústrias investem em novos equipamentos, mas às vezes não dão muita atenção às boas práticas de manejo, que contribuem para o bem-estar animal, resultando em um produto de melhor qualidade (GRANDIN, 2003).

A partir de 2000, o bem-estar animal assumiu uma posição de destaque nas ações de manejo dos animais da fazenda até a agroindústria, correlacionando-se fatores como o estresse do animal com perdas para o pecuarista e para os frigoríficos no que diz respeito a qualidade de carcaças, perdas de cortes por contusão e diminuição do rendimento das carcaças.

A falta de conhecimento sobre a biologia das espécies, tanto de animais de produção quanto a humana, faz com que haja conturbação sobre o assunto de bem-estar animal (PARANHOS et al., 2004).

O bem-estar animal enfoca, entre outras etapas, o manejo pré-abate, minimizando falhas no embarque, transporte, descarga, descanso e

movimentação dos animais até a sala de abate, evitando o estresse e sofrimentos desnecessários do animal, bem como a insensibilização e morte, como é preconizado na Instrução Normativa nº 3 de 17 de Janeiro de 2000 (BRASIL, 2000).

No manejo pré-abate, o embarque e o transporte são divididos em duas etapas: movimentação (manejo) e contenção dos animais. O estresse dos animais ocorre quando eles se encontram em condições adversas à sua natureza, como maus tratos físicos nas etapas do pré-abate (GOMIDE et al., 2006).

O transporte acarreta uma mudança no meio ambiente dos animais, pois normalmente é feito em veículos rodoviários, o que os deixa sujeitos a choques físicos e condições climáticas desfavoráveis, conforme a época do ano e localidade (temperatura e umidade do ar). Essas condições podem prejudicar os animais transportados (TERLOUW et al., 2008). A viagem é considerada iniciada quando o animal é embarcado no veículo de transporte, e termina quando ele é descarregado ou desembarcado no destino (COCKRAM, 2007). É por tudo isso que o transporte é, sem dúvida, a etapa mais estressante e prejudicial da cadeia de operações desde a fazenda até o local de abate, influenciando significativamente as condições de bem-estar animal e a qualidade da carne (HERNANDEZ et al., 2010).

O estresse animal acarreta disfunções fisiológicas generalizadas, podendo alterar o sistema endócrino e, conseqüentemente, influenciar o comportamento normal. Quando os animais são expostos a circunstâncias estressantes ou adversas, inicia-se a liberação de cortisol, que induz o desencadeamento de processos catabólicos no organismo e interfere nos processos bioquímicos de transformação do músculo em carne (HERNANDEZ et al., 2010).

O organismo, mediante uma situação de estresse, ativa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, que é iniciado pelo hipotálamo com a liberação do hormônio corticotrofina (CRH), o qual estimula a glândula hipófise a produzir o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), que por sua vez atuará no córtex da glândula adrenal, produzindo os hormônios glicocorticoides. O cortisol é o glicocorticoide mais potente dos produzidos pelo organismo; entre outras funções, ele estimula a glicogenólise, ou seja, a quebra do glicogênio muscular

e hepático. Assim, essa alteração metabólica tem a capacidade de restabelecer o equilíbrio homeostático do organismo em alguma situação de estresse, quando há necessidade de maior aporte energético do animal (CUNNINGHAN, 1999).

A glicogenólise desencadeada pelo cortisol pode levar ao esgotamento das reservas de glicogênio muscular dos animais antes do abate, impedindo a queda normal do pH, que ocorre durante a conversão do músculo em carne. Com isso, o pH permanece alto, o que afeta a qualidade sanitária da carne, bem como características sensoriais importantes, como cor e maciez.

De acordo com Warrisset al. (1984), após depleção do glicogênio muscular pela mistura de animais de diferentes origens, um período de 48 horas ou mais com acesso a alimento é necessário para restabelecer os níveis normais.

As funções do sistema muscular não são interrompidas no momento da morte do animal; continuam ocorrendo modificações bioquímicas e estruturais durante as primeiras horas após o abate, as quais são denominadas de transformação do músculo em carne. Essas modificações estão ligadas diretamente ao manejo pré-abate e aos tratamentos *ante-mortem* a que os animais são submetidos (JOAQUIM, 2002).

O glicogênio encontra-se distribuído, basicamente, nos músculos e no fígado do animal, porém, na transformação do músculo em carne, o glicogênio tem muita importância, pois o pH *post-mortem* da carne é determinado pela quantidade de ácido láctico produzido a partir do glicogênio. Estudos têm demonstrado que as concentrações de glicogênio na musculatura, no *post-mortem* dos animais abatidos, interferem na queda do pH, afetando a qualidade da carne (PRICE; SCHWEIGERT, 1976).

Os níveis de glicogênio nos tecidos celulares variam consideravelmente, em função de diversos fatores, como estado nutricional, fatores hormonais durante o pré-abate e abate, além do tempo de descanso *ante-mortem* ao qual o animal foi submetido (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Batista de Deus et al. (1999) avaliaram a carne de bovinos transportados em distâncias de 46, 240 e 468 km e observaram menor produção de lactato e níveis de ATP, além de maior valor de pH às 24 horas *post-mortem*, para a carne dos animais transportados da distância de 468 km. De acordo com

Joaquim (2002), animais transportados por distâncias inferiores a 330 km apresentaram incidência de 5% de carne com pH > 6,0. Já para animais transportados por distâncias maiores do que 330 km, foram observados valores de pH > 6,0 em 26,6% das carcaças.

O bem-estar dos animais durante o transporte deve ser avaliado usando uma escala de comportamento fisiológico e de qualidade de carcaça. Alguns dos principais fatores que afetam o bem-estar dos animais durante o transporte são: atitude em relação a eles, treinamento e formação do pessoal envolvido no processo, valorização da mão de obra, normas e leis vigentes, genética, produtividade, condições de criação, mistura de animais de diferentes lotes, condução, métodos empregados, densidade de ocupação, tempo de viagem, condições das estradas etc, (GRANDIN, 2008).

De acordo com a legislação brasileira, os animais devem permanecer em descanso, jejum e dieta hídrica nos currais de espera dos frigoríficos por um período mínimo de 6 a 24 horas (BRASIL, 1952), dependendo do tempo de transporte e do tempo de curral na fazenda. Portugal e Argentina também adotam esse procedimento (ARGENTINA, 1971; GIL; DURÃO, 1985). Na Austrália, tem sido empregado o tempo de retenção de 48 horas, sendo 24 horas com alimentação e 24 horas em dieta hídrica (SHORTHOSE, 1991). No Canadá o tempo de descanso é de 48 horas com alimentação; nos EUA, é de apenas duas horas. (GRANDIN, 1994). O descanso tem como objetivo principal reduzir o conteúdo gástrico, a fim de facilitar a evisceração da carcaça, a hidratação do animal e recomposição das frequências cardíacas e respiratórias. Contudo, não restabelece as reservas de glicogênio muscular, em razão de os animais estarem em jejum. Nos Estados Unidos não é prática comum dos frigoríficos aguardarem um período muito longo da chegada dos animais ao abate; na grande maioria das situações, o abate é realizado até seis horas após a chegada dos animais nos currais (THORNTON, 1969).

O tempo de descanso, o temperamento animal, a dieta, o estresse do transporte e do manejo do frigorífico são fatores que influenciam diretamente a qualidade da carne do bovino (DEL CAMPO, 2010).

Os estabelecimentos que não respeitam as normas de bem-estar animal têm maior propensão para o desenvolvimento de carne DFD (dura, seca e firme), por não terem funcionários capacitados para exercer as funções

adequadas, e isso influencia diretamente a cor, sabor, suculência e maciez da carne (SILVA et al, 2011).

A carne DFD mostra-se escura e pouco brilhante, dando a impressão de uma sangria deficiente. A coloração indesejada é atribuída às alterações físico-químicas do músculo, que apresenta maior pH, alta retenção de água às proteínas musculares e menor reflexão da luz incidente, o que dá o aspecto escuro à carne. Isso é um problema causado pelo estresse antes do abate, devido à pequena quantidade de ácido lático produzida. Há evidências de que o principal fator de indução do aparecimento do *dark cutting* seja o manejo inadequado antes do abate, devido à exaustão física do animal, levando ao aparecimento de cor escura e aumento da capacidade de retenção de água na carne. De acordo com as normas do Brasil, somente são direcionadas à exportação carnes com $\text{pH} \leq 5,9$, avaliado diretamente no músculo *Longissimus dorsi*, 24 horas pós abate (JOAQUIM, 2002).

O objetivo deste trabalho foi determinar o melhor tempo de descanso *ante-mortem* para o abate de bovinos, no sentido de favorecer a qualidade da carne.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na empresa MFB – Marfrig Frigoríficos Brasil S/A, localizada no município de Rolim de Moura – RO, sob o Serviço de Inspeção Federal. A unidade tem capacidade de abate de 600 bovinos/dia, é dotada de programas internos de qualidade de carne, com participação expressiva na pauta de exportação de carne bovina no Estado de Rondônia. As análises de lactato, glicose e cortisol foram realizadas no Laboratório Animal da empresa Hermes Pardini, localizado em Belo Horizonte – MG. As análises de qualidade de carne foram feitas no Laboratório de Qualidade de Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, e as mensurações de pH e temperatura foram realizadas na planta frigorífica, em intervalos de duas horas, desde o momento do abate até 20 horas *post-mortem*.

Foram utilizados 60 bovinos, machos inteiros, nelore, com idade aproximada de 36 meses, criados extensivamente, a pasto – forma predominante na criação de bovinos da região em que se localiza a empresa frigorífica onde foi realizado o trabalho. Os animais foram transportados por um percurso de 12 km de distância, da propriedade ao matadouro-frigorífico, em um tempo médio de 30 minutos.

Os animais chegaram em horários predeterminados para que fossem respeitados os horários de descanso estabelecidos para cada grupo, de acordo com os tratamentos experimentais.

O transporte dos animais foi realizado por intermédio de caminhões boiadeiros tipo “truck”, com carroceria de madeira. As carrocerias possuíam dimensões de 10,60 metros de comprimento por 2,60 metros de largura, contendo três divisões. A lotação dos caminhões obedeceu ao espaço médio de 1,53 m² por animal, conforme preconizado pela Farm Animal Welfare Council (FAWC). Foram alocados oito animais nas divisões anterior e posterior e dez na divisão intermediária, totalizando 18 animais por caminhão.

Na chegada ao matadouro-frigorífico, os animais foram desembarcados e alocados em currais numerados e identificados. A rampa de desembarque possuía declividade de 45% de angulação e largura de 2,10 metros. As dimensões dos currais eram de 45 m². O critério de lotação dos currais foi de 2,5 m² por bovino, totalizando, dessa forma, a capacidade de cada curral abrigar 18 animais (BRASIL, 1971). Cada curral dispunha de duas porteiras de metal, sendo uma destinada para entrada e outra para saída dos animais. Os currais possuíam piso de concreto, liso, com declividade de 2%. Apenas nos corredores e próximo às porteiras de entrada e saída de animais, o piso possuía saliências com função antiderrapante, para evitar a queda dos animais. Os currais dispunham de aspersores de água, que permaneceram ligados durante todo o período de descanso dos animais. Além disso, os currais eram cercados, iluminados e de acesso restrito apenas a pessoas autorizadas.

Nos currais, os animais foram privados de alimentação, mas tiveram acesso irrestrito à água em cochos de concreto.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com SETE tratamentos experimentais (períodos de descanso, considerando-se o jejum e a dieta hídrica) utilizando nove animais nos tratamentos 1, 2, 3 e 4; oito animais nos tratamentos 5 e 6; e sete animais no tratamento 7. Avaliaram-se os efeitos do tempo de descanso de 0, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas, respectivamente, nos bovinos sob jejum e dieta hídrica nos currais do matadouro-frigorífico.

Após o descanso preconizado para cada lote, os animais foram abatidos. A insensibilização foi realizada pelo método de concussão cerebral, empregando pistola pneumática de dardo cativo penetrante, seguido do corte da veia jugular e da carótida, conforme Instrução Normativa N° 3 de 17/01/2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue).

Após os cortes das veias e artérias, o sangue de cada animal foi coletado em copos plásticos descartáveis e transferido para frascos de 4 mL de “Vacutainer” com ajuda de seringas de 20 mL. Os frascos em que foram acondicionadas amostras de sangue para análise de glicose e lactato continham fluoreto e K₃EDTA, sendo adicionados em cada frasco aproximadamente 4 mL de sangue.

As amostras de sangue para determinação de glicose e lactato, após serem coletadas, foram centrifugadas por 5 minutos a 3000 rpm, sendo então resfriadas e enviadas para laboratório particular na cidade de Rolim de Moura. O método utilizado para mensurar os níveis de glicose foi o enzimático. Utilizando kits comerciais para análise de glicose, o sangue foi homogeneizado em tubo de ensaio contendo 0,5 mL de EDTA e imediatamente centrifugado a 3.000 rpm por 10 min.

As amostras de sangue para análise de cortisol foram acondicionadas em frascos de 4 mL de “Vacutainer” siliconizado. Após passarem pelo mesmo processo das outras amostras, foram enviadas por avião até o laboratório Hermes Pardini, em Belo Horizonte-MG, e analisadas no dia seguinte ao da coleta. O método utilizado para mensurar os níveis de cortisol foi o de quimioluminescência em aparelho automatizado IMMULITE 2000, usando kits comerciais para análise.

Após o abate dos animais, as meias carcaças seguiram para a câmara de resfriamento, com temperatura controlada entre 0,5 °C a 6,9 °C, onde permaneceram por 20 horas. Durante esse período, foram aferidos a temperatura e os valores de pH a cada duas horas.

A mensuração da temperatura e pH foi realizada na região do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 10^a e a 13^a costela, da meia carcaça direita, utilizando-se um aparelho específico para mensuração simultânea de temperatura e pH de carnes (METTLER TOLEDO-1140).

Posteriormente ao resfriamento, as meias carcaças foram divididas em quartos e acondicionadas na câmara fria de quartos até o momento da desossa. Na desossa do contrafilé foram coletadas porções do músculo *Longissimus dorsi* (LD) entre a 10^a e a 13^a costela da carcaça esquerda e foram embalados a vácuo em embalagem termoencolhível. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em túnel de congelamento a uma temperatura de -30 °C.

Após as coletas da carne, estas foram enviadas e analisadas no Laboratório de Qualidade de Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, quanto a: força de cisalhamento, coloração da carne e perdas (cocção) por exsudados.

Na determinação da força de cisalhamento (WBSF), fatias de 2,54 cm do músculo LD foram descongeladas sob refrigeração (5 °C) por 18 horas até atingirem a temperatura interna de 4 °C, obtendo-se por diferença de peso do bife as perdas por descongelamento. Posteriormente, os bifes foram assados em forno elétrico (LAYR, Luxo, 2.400W), provido de duas resistências (uma na parte superior e outra na parte inferior do forno), à temperatura de 170 °C, até atingirem a temperatura de 71 °C no centro geométrico das amostras, a qual foi monitorada com auxílio de um termopar digital (Digi-Sense®, tipo J) acoplado a uma probe (OMEGA®, HypodermicNeedleProbe PS-21). As perdas por cocção (exsudação + evaporação) foram obtidas pela diferença de peso dos bifes antes e após o cozimento. Depois de assados, foram novamente pesados, com e sem sua respectiva bandeja, para obtenção da perda de peso na forma de líquido durante a cocção – perdas que ocorrem por drenagem e por evaporação. A perda de peso total foi obtida pela diferença de peso entre as amostras congeladas e assadas.

Os bifes assados foram colocados em bandejas individuais de alumínio, cobertas com parafilme, e resfriados em refrigerador doméstico a 5 °C durante uma noite. Após o resfriamento, retiraram-se dos bifes cinco amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro, no sentido das fibras musculares, com o auxílio de uma sonda metálica, para determinação da força de cisalhamento, em texturômetro Warner-Bratzler® 2000 (G-R ElectricalCompany, Manhattan – KS, USA) segundo a metodologia de Wheeler et al. (1995).

A avaliação da cor da carne foi feita usando-se espectrofotômetro Colorquest XE - Hunter LAB., conectado a um computador provido do software Universal. Antes de realizar as medidas de cor, o instrumento foi ligado por 30 minutos e padronizado para o modo de reflectância especular incluída (RSIN), sem o filtro ultravioleta. Após esse tempo, o aparelho foi calibrado, com a colocação na porta de reflectância dos dispositivos protetores de luz, azulejo branco calibrado e azulejo cinza calibrado, respectivamente. Para o cálculo das coordenadas de cor, foi estabelecido o iluminante D₆₅ (luz do dia, 6.500 K), o

ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELAB (L^* = luminosidade, a^* = vermelhidão e b^* = amareliz/palidez).

A partir dos índices a^* e b^* , foram calculados o ângulo de tonalidade ($h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) e a saturação ($c^* = a^{*2} + b^{*2}^{1/2}$) de cor. Todas as coordenadas de cor foram obtidas a partir da média de cinco leituras consecutivas, tomadas em diferentes pontos de bifes de 2,5 cm de espessura, descongelados sob refrigeração (5°C) e previamente oxigenados por 30 minutos à temperatura ambiente antes das leituras.

As medidas de pH e temperatura foram tomadas durante as 20 horas de resfriamento, de duas em duas horas, de uma meia carcaça direita, na região compreendida entre a 10^a e a 13^a costela do músculo Longissimus dorsi, utilizando-se sondas de peagômetro e termômetro específicas para essa finalidade.

Os dados foram sujeitos à investigação de outhiers pelo resíduo estudentizado; à homogeneidade de variâncias residuais, pelo teste Levene; à normalidade residual, pelo Shapiro-Wilk; e independência do erro, por análise gráfica de dispersão. Em seguida, foram submetidos à análise de variância univariada, utilizando o procedimento GLM, e suas médias, ajustadas pelos quadrados máximos ordinários, com o comando por meio de contraste utilizando os coeficientes para interpolação dos polinômios ortogonais estimados com o comando ORPOL no procedimento INL. Além disso, foi ajustado contraste entre o controle sem jejum (0h) *versus* animais submetidos ao jejum/descanso (4 – 24h) e análise de correlação entre as variáveis estudadas (Pearson). Foram ajustadas regressões polinomiais, testando-se a falta de ajuste; os coeficientes de determinação foram expressos em relação à fonte de tratamentos. Adicionalmente, foi executada a análise de variância multivariada com o casamento da NOVA, seguida da técnica de comportamentos principais (PCA), empregando a variância, glicose, lactato, cortisol, pH, perdas totais, L^* e $W3S$.

As análises estatísticas foram realizadas no programa computacional Statistical Analysis System (SAS[®], 2002), adotando-se um nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva das variáveis dependentes mensuradas no presente trabalho é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis dependentes

Variáveis		Mín. ¹	Máx. ²	Méd. ³	DP ⁴	CV ⁵ (%)
Glicose, mg/dL	57	85,0	183,0	122,6	26,2	21,4
Lactato, mg/dL	57	29,0	154,3	76,4	25,9	33,9
Cortisol, mg/Dl	57	3,0	18,0	7,6	3,1	40,2
pH final	58	5,8	6,2	6,1	0,1	2,1
Perda descongelamento, %	60	2,7	12,3	6,5	2,3	35,8
Perda cocção/cozimento, %	60	13,8	25,6	20,2	2,5	12,3
Perda total, %	60	17,9	35,3	26,7	3,8	14,1
Luminosidade (<i>L</i> *), escala	60	29,3	41,5	35,3	3,4	9,7
Vermelhidão (<i>a</i> *), escala	60	2,3	6,8	4,5	1,0	22,7
Palidez (<i>b</i> *), escala	60	1,0	8,0	3,8	1,5	39,1
Saturação (<i>c</i> *), escala	60	2,5	9,2	5,9	1,6	27,7
Tonalidade (<i>h</i> *), escala	60	21,8	60,4	39,1	7,4	19,0
Relação <i>a</i> *: <i>b</i> *, adimensional	60	0,6	2,5	1,3	0,4	28,4
Força de cisalhamento (WBSF), kgf/cm ²	60	2,0	6,3	4,1	0,9	22,1

¹ Mínimo; ² Máximo; ³ Média; ⁴ Desvio-padrão; ⁵ CV (%) = coeficiente de variação.

Os animais submetidos ao descanso pré-abate apresentaram menor concentração média de glicose (119,16 mg/dL) e lactato (72,26 mg/dL) no sangue, quando comparados ao lote de animais abatidos imediatamente após a chegada no frigorífico, que apresentaram valores de 140 e 95,8 mg/dL de glicose e lactato, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias dos quadrados mínimos com seus respectivos erros-padrão da média (EPM) e equações de regressão ajustadas para as variáveis analisadas, em bovinos submetidos a diferentes tempos de jejum pré-abate

Variáveis	Tempo de jejum, h							Média	P ¹	CV	L	Q
	0	4	8	12	16	20	24					
Glicose, mg/dL	140,4(7,9)	101,1(8,4)	122,7(7,9)	116,6(7,9)	128,7(8,9)	137,9(8,4)	108,0(8,9)	122,6	0,0112	21,4	0,6914	0,7760
Lactato, mg/dL	95,8(8,2)	64,0(8,7)	83,5(8,2)	71,9(8,2)	65,0(9,3)	84,0(8,7)	65,2(9,3)	76,4	0,0721	33,9	0,1343	0,3695
Cortisol, mg/dL	7,5(0,9)	6,7(1,0)	8,5(0,9)	6,8(0,9)	7,9(1,1)	7,1(1,1)	7,5(1,1)	7,4	0,8483	40,2	0,9922	0,8906
pH final, escala	6,02(0,02)	5,87(0,02)	6,03(0,02)	6,01(0,02)	5,93(0,02)	6,06(0,02)	6,15(0,03)	6,01	0,0001	2,1	0,0001	0,0002
pH final cor, esc.	6,16(0,02)	5,87(0,02)	6,13(0,02)	6,14(0,02)	5,93(0,02)	6,12(0,02)	6,15(0,02)	6,07	0,0001	35,8	0,0535	0,0003
PDES ⁴ , %	6,5(0,8)	7,2(0,8)	5,8(0,8)	6,0(0,8)	7,4(0,8)	6,0(0,8)	6,8(0,8)	6,5	0,7316	12,3	0,9893	0,6787
PCOC ⁵ , %	20,4(0,8)	19,9(0,8)	20,2(0,8)	20,7(0,8)	20,4(0,9)	18,7(0,9)	20,9(0,9)	20,2	0,6613	14,1	0,8561	0,8032
PEVA ⁶ , %	17,4(0,6)	16,2(0,6)	16,3(0,6)	17,5(0,6)	16,6(0,6)	15,2(0,6)	16,7(0,6)	16,6	0,1233	9,7	0,2069	0,7447
PGOT ⁷ , %	3,0(0,4)	3,7(0,4)	3,9(0,4)	3,2(0,4)	3,8(0,5)	3,5(0,5)	4,2(0,5)	3,6	0,5788	22,7	0,2067	0,9569
PTOT ⁸ , %	27,0(1,3)	27,2(1,3)	26,0(1,3)	26,7(1,3)	27,8(1,4)	24,7(1,4)	27,8(1,4)	26,7	0,6781	39,1	0,8983	0,6731
Luminosidade(L*)	35,1(1,0)	33,3(1,0)	39,4(1,0)	33,5(1,0)	35,3(1,1)	35,3(1,1)	35,0(1,1)	35,3	0,0022	27,7	0,9646	0,4046
Vermelhidão (a*)	4,2(0,3)	4,8(0,3)	3,6(0,3)	5,4(0,3)	4,5(0,3)	4,3(0,3)	4,3(0,3)	4,5	0,0045	19,0	0,9110	0,2495
Palidez (b*)	4,5(0,4)	4,7(0,4)	2,6(0,4)	4,2(0,4)	3,2(0,5)	3,4(0,5)	3,7(0,5)	3,8	0,0216	28,4	0,0856	0,1104
Saturação (c*)	6,3(0,5)	6,8(0,5)	4,4(0,5)	6,9(0,5)	5,6(0,5)	5,6(0,5)	5,8(0,5)	5,9	0,0191	22,1	0,3061	0,6026
Tonalidade (h*)	45,5(2,2)	44,0(2,2)	35,6(2,2)	37,1(2,2)	34,9(2,3)	36,7(2,3)	38,9(2,3)	39,1	0,0052	21,4	0,0049	0,0040
a*/b* ⁹ , adimens.	1,0(0,1)	1,0(0,1)	1,4(0,1)	1,4(0,1)	1,5(0,1)	1,4(0,1)	1,3(0,1)	1,3	0,0272	33,9	0,0077	0,0288
Força de cisalhamento ¹⁰ , kgf/cm ²	3,8(0,3)	4,0(0,3)	4,4(0,3)	4,2(0,3)	4,2(0,3)	4,3(0,3)	4,0(0,3)	4,1	0,7892	40,2	0,5838	0,1588

¹Pr>F = valor probabilístico da análise de variância; ² Valor probabilístico do contraste entre as médias do controle sem jejum (0h) e as médias dos tratamentos com jejum (4 a 24h); ³ Tendência para os efeitos linear (L), quadrático (Q) e cúbico (C); ⁴ Perdas ao descongelamento (*thawingloss*); ⁵ Perdas a cocção/cozimento (*cookingloss*); ⁶ Perdas por evaporação (*evaporativeloss*); ⁷ Perdas por gotejamento (*driploss*); ⁸ Perda total (descongelamento+cocção); ⁹ Relação vermelhidão:palidez, estima indiretamente o estado químico da mioglobina (Mb), ou seja, valores da razão mais próximos de 1 indicam maior conteúdo de oximioglobina (Fe²⁺, cor vermelho-cereja brilhante), ao passo que valores mais próximos de 0 indicam maior conteúdo de metamioglobina (Fe³⁺, cor vermelho-marrom); ¹⁰Warner BratzlerShear Force, ou seja, força de cisalhamento.

Coefficientes de Variação (CV, %): Glicose= 19,3; Lactato= 32,1; Cortisol= 38,2; pH final= 1,1; pH final corrigido= 1,1; PDES= 36,6; PCOC= 12,5; PEVA= 10,3; PGOT= 37,3; PTOT= 14,4; L* = 8,5; a* = 20,1; b* = 36,0; c* = 25,4; h* = 16,9; a*/b* = 26,4; WBSF= 22,6. Equações de regressão: $\hat{y}_{pH\ final} = 6,0999 - 0,0118 x + 0,0006 x^2$ (r² = 0,10); $\hat{y}_{h*} = 46,2781 - 1,4458 x + 0,0482 x^2$ (r² = 0,83); $\hat{y}_{a*/b*} = 0,9763 + 0,0582 x - 0,0018 x^2$ (r² = 0,79); $\hat{y}_{b*} = 4,6127 + 0,1688 x - 0,0058 x^2$ (r² = 0,32)

Pode-se inferir que os animais abatidos imediatamente após o transporte estavam sob estresse do ambiente adverso e desconhecido e, por terem sido privados do descanso, não restabeleceram sua frequência cardíaca e o equilíbrio homeostático sanguíneo, apresentando, como resultado, maiores níveis sanguíneos de lactato e glicose; reflete, também, a condição catabólica, em função da descarga de adrenalina que podem ter sofrido durante o período de transporte.

O cortisol sofre aumento na fase inicial do estresse, restabelecendo-se no decorrer do transporte, em função da adaptação ao ambiente. A concentração do cortisol no sangue é um parâmetro de variação rápida para refletir as respostas fisiológicas diante do estresse ou ausência deste em períodos de curta duração (WARRIS et al., 1995).

Entre os tempos de descanso, os tratamentos de 4 e 24 horas apresentaram os mais baixos valores de glicose, com 101,1 e 108,0 mg/dL, respectivamente. Contudo, o valor médio do tratamento relativo ao descanso de 24 horas (108,0 mg/dL) foi superior ao dos resultados obtidos por Calzada (2011) e aos valores de referência utilizados para avaliação de concentração sanguínea de glicose para a espécie bovina, que se situa dentro do intervalo de 45 e 75 mg/dL (KANEKO, 2008).

Os menores valores de glicose para o tratamento de 4 horas de descanso podem ser explicados pelo fato de que os animais desse lote chegaram ao frigorífico no dia do abate, permanecendo apenas 4 horas de jejum. Os tratamentos de 8, 12, 16 e 20 horas mostraram um aumento da glicose, por se tratar de um ambiente novo e estranho para os animais, enquanto o tratamento de 24 horas apresentou tendência de baixa, comparado com o tratamento de 4 horas, em razão de os animais terem consumido todas as suas reservas de glicogênio.

As respostas fisiológicas ao estresse são traduzidas através da hipertermia e aumento da frequência respiratória e cardíaca. O estímulo da hipófise e adrenal estão associados ao aumento dos níveis de cortisol, glicose e ácidos graxos livres no plasma. Pode haver ainda aumento de neutrófilos e diminuição de linfócitos, eosinófilos e monócitos (KNOWLES, 1999; GRIGOR et al., 1999).

Segundo Grandin (2008), quanto maior o impacto sobre o bem-estar animal, maior é a demanda de energia para os animais se manterem em equilíbrio e responder aos efeitos catabólicos determinados pelas catecolaminas e glicocorticoides liberados em resposta aos estímulos estressores ocorridos durante o estresse.

De acordo com Paranhos et al. (2002 a), o manejo pré-abate envolve uma série de situações não familiares para os bovinos, as quais lhes causam estresse, entre elas: agrupamento dos animais, confinamento nos currais das fazendas, embarque, confinamento nos caminhões (com e sem movimento), deslocamento, desembarque, confinamento e manejo nos currais dos frigoríficos. Essas atividades devem ser bem planejadas e conduzidas para minimizar o estresse, que pode causar danos à carcaça e prejuízos à qualidade da carne.

A glicose é um carboidrato de grande importância para o organismo vivo, por atuar na base de todos os mecanismos biossintéticos das células, como fonte de energia química, tendo significativo papel no metabolismo celular (BACILA, 2003); é utilizada por todas as células do organismo para produzir energia útil na forma de ATP (ALBERTS, 2004; BACILA, 2003).

Sabe-se que durante o jejum, com a redução de insulina e o aumento do glucagon e adrenalina, menos glicose é enviada para as células, aumentando sua concentração na corrente sanguínea. Isso explica os maiores valores de glicose observados nos tempos de jejum de 8 a 20 horas. Já nos animais com 24 horas de jejum, a baixa concentração de glicose pode estar relacionada à utilização dessa glicose sanguínea na produção de ATP. Em jejum prolongado, o suprimento de glicose passa a ser pela gliconeogênese, demandando lactato e aminoácidos dos músculos e triglicerídeos dos adipócitos, ou seja, em jejum acima de 24 horas podem ocorrer mobilizações teciduais para manutenção dos níveis de glicose sanguíneos.

O lactato é um produto intermediário do metabolismo dos glicídeos, sendo o produto final da glicólise anaeróbica. Em condições normais, a maior parte do lactato é produzida pelos eritrócitos, porém, durante exercício ou atividade física intensa, o músculo produz grande quantidade de lactato, devido à condição de insuficiente oxigenação muscular nessas situações (GONÇALVES, 2009).

O cortisol é o principal hormônio adrenocortical secretado em resposta à liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) pela hipófise em situações de estresse. Os valores normais médios de cortisol, em bovinos de raças zebuínas, citados na literatura, é de até 3,16 mg/dL, e os animais que possuem concentração elevada desse hormônio na corrente circulatória são considerados como estressados (REIS et al., 2006).

Nos músculos, as principais fontes de energia utilizadas para produção de ATP são os ácidos graxos livres ou a glicose do sangue, ou o glicogênio que é armazenado diretamente dentro das fibras musculares. Em animais alimentados, os níveis circulantes de ácidos graxos livres são baixos, e a aglicose é mais utilizada. No estado de jejum, os ácidos graxos livres derivados da quebra de triglicérides em depósitos de gordura do corpo são metabolizados. O glicogênio é mobilizado apenas quando as taxas de repartição de ácidos graxos e glicose não podem fornecer energia suficiente para atender às demandas de contração dos músculos. O glicogênio é então usado para suplemento dos metabólitos pelo sangue (GRANDIN, 2008). A concentração de glicogênio muscular no momento do abate pode influenciar no aspecto da carne, já que ele se degrada em ácido láctico e o pH da carne é dependente da concentração deste ácido, produzido após o abate (BACILA, 2003).

Os valores médios de pH das carcaças dos tratamentos referentes aos tempos de descanso de 4 e 16 horas mostraram comportamento diferente dos demais; a curva de queda do pH nesses dois tratamentos apresentou comportamento linear, enquanto os demais tiveram comportamento quadrático.

O fato de ter havido diferenças entre as curvas de temperaturas e pH muscular dos tratamentos pode ser atribuído, provavelmente, à temperatura das câmaras onde as carcaças dos animais foram acondicionadas.

Todas as carcaças atingiram temperaturas abaixo de 10 °C antes da 10^a hora *post-mortem*. Segundo Felício (2000), para garantir o estabelecimento satisfatório do *rigor-mortis*, seria necessário deixar as carcaças a temperaturas acima de 10 °C até a 10^a hora após a sangria, para exaustão de mais de 50% do ATP inicial, ou o pH estar abaixo de 6,0, a fim de evitar o *cold shortening* (encurtamento pelo frio), problema de origem recente que tem suas causas associadas às exigências de resfriamento rápido nas câmaras frigoríficas.

A temperatura influencia a atividade enzimática do músculo; assim, infere-se que a queda mais rápida da temperatura muscular pode contribuir para que a carne seja mais dura, quer pelo encurtamento das fibras musculares pelo frio (*cold shortening*), quer pelo retardo no estabelecimento da rigidez cadavérica (*rigor mortis*) ou pela permanência do pH acima de 6,0 (DFD = *dark, firm and dry*). Contudo, não houve diferença entre os tempos de descanso em relação à força de cisalhamento da carne, sendo observado valor médio de 4.1 kgf/cm² (Tabela 2), dentro do limite de 4,5 kgf, que caracteriza a carne como macia (SHACKELFORD et al., 1991).

Existem várias características que influenciam a maciez, como firmeza e sensações tácteis, que estão intimamente relacionadas com outros fatores: capacidade de retenção de água, pH, grau de cobertura de gordura e características do tecido conjuntivo, frio e o encurtamento e da fibra muscular (PARDI et al., 2004).

Os tratamentos referentes aos tempos de descanso de 0, 8, 12 e 24 horas atingiram 10 °C antes da quarta hora *post-mortem* e 7 °C antes da quinta hora. Temperatura máxima de 7 °C é preconizada para segurança alimentar pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Portaria nº 711 de 1995) e foi alcançada por todas as carcaças até a 10^a hora. A baixa temperatura das carcaças pode ter influenciado na resistência à queda do pH, estabilizando os valores do pH dos tratamentos supracitados em torno de 6.1, acima do limite de 5.4 a 5.8 preconizado para pH de carnes quando é paralisada a glicólise enzimática *post-mortem* (PARDI et al., 2004).

A temperatura de armazenamento das carcaças de animais recém-abatidos pode determinar alterações significativas na velocidade das reações químicas *post-mortem* (ROÇA, 2001a). Considerando que a temperatura tem relação com o pH na carcaça, se a carcaça é resfriada muito rapidamente, a ponto de atingir valor abaixo de 10 °C, antes de o pH ficar abaixo de 6,0 pode ocorrer encurtamento das fibras musculares, diminuindo o comprimento do sarcômero e, provavelmente, prejudicando a maciez (GEESINK et al., 2001). Esse encurtamento pelo frio ocorre pela liberação de íons de cálcio na presença de concentrações ainda elevadas de ATP (ROÇA, 2001a).

O *cold shortening* é um problema que tem suas causas associadas às exigências de rapidez no resfriamento (MARSH, 1977; FELÍCIO, 1997; ROÇA, 2001; PARRISH et al., 1973).

O tecido muscular sofre maior encurtamento quando está em pré-rigor e na temperatura entre 2 °C e 37 °C, exceto na faixa de temperatura entre 14 °C e 19 °C, em que o encurtamento é mínimo; nesta temperatura, a atividade enzimática tem uma resposta melhor, evitando o encurtamento muscular (LOCKER; HAGYAD, 1963). Quando a temperatura no início do rigor situa-se entre 15 °C e 20 °C, o encurtamento dos sarcômeros também é mínimo (HERTZMAN et al., 1993).

Pereira (2009) observou que o resfriamento rápido influenciou na queda do pH da carcaça de animais Nelore, o qual permaneceu em torno de 6,0, provocando o encurtamento pelo frio.

No presente estudo, as perdas totais podem ser consideradas baixas, com média de 26,7% entre os tratamentos (Tabela 3). As perdas por descongelamento, por cocção, (evaporação e gotejamento) e totais não foram influenciadas pelos tempos de descanso adotados ($P>0,05$).

Para as características de coloração da carne, houve diferença significativa ($P<0,05$) apenas para os índices de tonalidade (h^*) e saturação (c^*) da cor, tanto quando se comparou a média dos tratamentos com descanso *ante-mortem* em relação ao tempo 0, quanto para os tempos de tratamento de 8,12,16, 20 e 24 horas (Tabela 3). Contudo, essa variação não justifica diferenças para a coloração da carne em si, visto que os principais parâmetros da cor, como o índice de vermelho a^* , amarelo b^* e a luminosidade L^* , não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 3).

O índice a^* representa a tendência à cor vermelha, e seria maior quanto maior a idade dos animais e a atividade física, em função de maior deposição dos pigmentos de mioglobina. Neste estudo, o índice a^* não mostrou variação com os tempos de descanso ($P>0,05$), apresentando média de 4,5, valor bem abaixo da faixa considerada ideal (18 a 22) proposta por Purchas (1988) e do valor médio de 11 preconizado por Felício (1999) para novilhos Nelore. Esse resultado justifica-se por se tratar de animais abatidos muito jovens, como observado por Lopes et al. (2008). Cavali (2010), avaliando bovinos inteiros, obtiveram valores para o índice a^* variando entre 4,5 e 6,0.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas

Variáveis	Variáveis ¹															
	GLI	LACT	CORT	pHc	PDES	PCOC	PEVA	PGOT	PTOT	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>c</i> *	<i>h</i> *	<i>a</i> */ <i>b</i> *	WBSF
GLI		0,64***	0,26*	0,18 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
LACT			0,27*	0,19 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,32*	-0,29*	-0,07 ^{ns}
CORT				0,19 ^{ns}	-0,27*	-0,02 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,20 ^{ns}
pHc					-0,29*	-0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
PDES						0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,76***	-0,11 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,33*
PCOC							0,85***	0,72***	0,80***	0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,38**
PEVA								0,26*	0,67***	-0,19 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,28*
PGOT									0,59***	0,30*	-0,08 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,33**
PTOT										-0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,46***
<i>L</i> *											-0,58***	-0,44***	-0,52***	-0,33*	0,42***	0,00 ^{ns}
<i>a</i> *												0,75***	0,91***	0,37**	-0,44***	-0,01 ^{ns}
<i>b</i> *													0,96***	0,86***	-0,82***	-0,12 ^{ns}
<i>c</i> *														0,69***	-0,69***	-0,08 ^{ns}
<i>h</i> *															-0,97***	-0,11 ^{ns}
<i>a</i> */ <i>b</i> *																0,06 ^{ns}
WBSF																

¹/ GLI (mg/dL)= glicose; LACT (mg/dL)= lactato; CORT (mg/dL)= cortisol; pH (escala)= potencial hidrogeniônico 20h *post-mortem*; PDES (%)= perda por descongelamento; PCOC (%)= perdapor cocção; PEVA (%)= perda por evaporação; PGOT (%)= perda por gotejamento; PTOT (%)= perda total; *L** (escala)= luminosidade; *a** (escala)= vermelhidão; *b** (escala)= palidez; *c** (escala)= saturação; *h** (escala)= tonalidade; *a**/*b** (adimensional)= relação *a**/*b**, estima indiretamente o estado químico da mioglobina (Mb), ou seja, valores da razão mais próximos de 1 indicam maior conteúdo de oximioglobina (Fe²⁺, ferroso, estado reduzido, cor vermelho-cereja brilhante) ao passo que valores mais próximos de 0 indicam maior conteúdo de metamioglobina (Fe³⁺, férrico, estado oxidado, cor vermelho-marrom); WBSF (kgf/cm²)= *Warner Bratzler Shear Force*, ou seja, força de cisalhamento.

^{ns}Não significativo (P>0,05); * Significativo (P<0,05); ** Significativo (P<0,01); *** Significativo (P<0,001).

O índice b^* (intensidade de amarelo) apresentou média de 3,8, sendo inferior ao de 5,07 proposto por Felício (1999) e ao intervalo de 7,5 a 9,0 observado por Cavali (2010), para animais Nelore a pasto. Entretanto, o resultado encontra-se dentro do intervalo de 3,4 a 8,28, preconizado por Abularach et al. (1998). O pigmento amarelo deve-se à quantidade de carotenoides (B-caroteno), advindos, principalmente, das forragens verdes, que não foram convertidos em vitamina A (incolor) no intestino e foram absorvidos intactos, acumulando-se nos tecidos (carne e gordura).

A mioglobina é o principal pigmento responsável pela cor da carne, já que a hemoglobina é quase totalmente eliminada durante a sangria (PARDI et al., 2004). A mioglobina está presente nas carnes em diferentes formas: desomioglobina (mioglobina, com Fe^{2+}), que determina a cor púrpura do tecido; oximioglobina (mioglobina, com O_2), que determina a cor vermelho-brilhante; e metamioglobina (mioglobina oxidada, com Fe^{3+}), que determina a cor escura vermelho-amarronzada (GUIDI et al., 2006).

Os parâmetros sanguíneos foram positivamente correlacionados entre si ($P < 0,05$), corroborando o comportamento das concentrações de glicose, lactato e cortisol descrito na Tabela 2. Contudo, não apresentaram correlação relevante com os parâmetros de qualidade da carne (Tabela 3).

A glicose apresentou alta correlação positiva ($P < 0,001$) com o lactato, média correlação positiva ($P < 0,05$) com o cortisol e nenhuma correlação ($P > 0,05$) com os parâmetros de qualidade da carne e da carcaça (Tabela 3). O lactato apresentou baixa correlação positiva com o cortisol e correlação negativa com as perdas por descongelamento.

As perdas totais (PTOT) de exsudatos tiveram alta correlação positiva ($P < 0,05$) com os parâmetros de perdas que as compõem, como perda por descongelamento, cocção, evaporação e gotejamento, assim como alta correlação positiva com a força de cisalhamento ($P < 0,05$). As perdas por cocção, por sua vez, correlacionaram-se alta e positivamente com as perdas por evaporação e gotejamento ($P < 0,05$) ocorridas durante o cozimento das amostras (Tabela 3).

Segundo Roça (2001a), a força de cisalhamento está relacionada ao teor de umidade/integridade da carne. Neste estudo, a força de cisalhamento apresentou alta correlação positiva ($P < 0,05$) com todos os parâmetros de

perdas por exsudatos, porém não se correlacionou com os parâmetros sanguíneos e de coloração da carne ($P>0,05$). Tanto as perdas por exsudatos quanto a força de cisalhamento foram baixas (Tabela 2), podendo-se caracterizar as carnes como macias. De acordo com Felício (1997), para a carne de animais zebuínos nas condições tropicais ser considerada macia, a força de cisalhamento deve ficar abaixo de 5,0 kgf.

O índice de luminosidade L^* teve alta correlação negativa ($P<0,05$) com os índices a^* , b^* e c^* , demonstrando que a luminosidade, neste estudo, não foi influenciada pelos índices de cor vermelha, amarela ou saturações de cor.

Quanto às características de coloração da carne, houve diferença apenas para os índices de tonalidade (h^*) e a saturação (c^*) da cor, tanto para a média dos tratamentos com jejum, comparados com o sem jejum, quanto para os tempos de jejum.

5. CONCLUSÃO

O tempo preconizado no RIISPOA, conforme o art.110 e § 1º, é de 24 horas em descanso, podendo ser reduzido no mínimo para seis horas, para animais transportados com menos de duas horas de transporte.

Foi observado que o tempo de descanso teve correlação alta, positiva e significativa quanto aos parâmetros sanguíneos dos animais.

Observou-se que o melhor tempo de descanso foi o de 4 horas, comparado com os demais, tanto para as características de qualidade da carne quanto para a diferença de coloração.

REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dors*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, R.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. 4.ed. Porto Alegre. Artmed, 2004. 1463 p.
- BACILA, M. **Bioquímica veterinária**. São Paulo: J. M. Varela, 2003. 534 p.
- BRAY, A. R.; GRAAFHUIS, A. E.; CHRYSTALL, B. B. The cumulative effect of nutritional, shearing and pre-slaughter washing stresses on the quality of lamb meat. **Meat Science**, v. 25, n. 1, p. 59-67, 1989.
- BARTELS, H. **Inspección veterinária de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1980. 491 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 711, de 1 de novembro de 1995. **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**. Brasília, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. janeiro de 1971. **Normas de carne padronização de técnicas, instalações e equipamentos I –bovinos currais e anexos e sala de matança**. Brasília, 1971.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. janeiro de 1971. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1952.

CALZADA, R. J. B. B. **Parâmetros bioquímicos séricos de bovinos submetidos a diferentes períodos de transporte**. 51 f. Monografia (Medicina Veterinária) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <http://bdm.bce.unb.br/bitstream/10483/1789/1/2011_RafaellaJacintadeBentoBeloCalzada.pdf>. Acesso em: 2/10/2012.

CAVALI, J. **Efeitos de idade e suplementação protéica sobre características de carcaça e qualidade de carne de bovinos criados em pasto**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa:MG, 2010.

DEL CAMPO, M.; BRITO, G.; SOARES DE LIMA, J.; HERNÁNDEZ, P.; MONTOSI, F. Finishing diet temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 908-914, 2010.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne Nelore e o mercado mundial. In: SEMINÁRIO PMGRN 9., Universidade de São Paulo, 2000. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto-SP, Brasil, 2000.

FELÍCIO, P. E. Qualidade de carne bovina: características físicas e organolépticas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36.1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 91-93.

FELÍCIO, P. E. Carne de touro jovem. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP: PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DE CARNE BOVINA *in natura*, **Anais...** ITAL, Campinas-SP, 1997. p. 27-34.

FULPONI, L. Private voluntary standards in the food system: the perspective of major food retailers in OECD countries. **Food Policy**, p. 1-13, 2006.

GEESINK, G. H.; ILIAN, M.; MORTON, J. D.; BICKERSTAFFE, R. Involvement of calpains in *post-mortem* tenderisation: A review of recent research. **N. Z. Soc. Anim. Prod.**, v. 60, p. 99-102, 2001.

GIL, J. I.; DURÃO, J. C. **Manual de inspeção sanitária de carnes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985. 563 p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa, MG: Editora UFV, Viçosa, 2006. p. 47-50, p. 109-112.

GONÇALVES, R. **Desvantagens econômicas da exportação e gado em pé**. São Paulo, SP: WSPA, 2009. 48 p.

GUIDI, A.; CASTIGLIEGO, L.; BENINE, O.; ARMANI, A.; IANNONE, G.; GIANFALDONI, D. Biochemical survey on episodic localized darkening in turkey deboned thigh meat packaged in atmosphere. **Poultry Science**, v. 85, n. 4, p. 787-793, 2006.

GRANDIN, T. et al. **Long distance transport and welfare of farm animals**. London: Editora CABI, 2008. p. 157-183.

GRIGOR, P. N.; GODDARD, P. J.; LITTLEWOOD, C. A.; WARRISS, P. D.; BROWN, S. N. Effects of preslaughter handling on the behaviour, blood biochemistry and carcasses of farmed red deer. **Veterinary Record**, v. 144, p. 223-227, 1999.

HERTZMAN, C. et al. The influence of high temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, v. 35, n. 1, p. 119-141, 1993.

HONIKEL, K. O.; RONCALÉS, P.; HAMM, R. The influence of temperature on shortening and rigor onset in beef muscle. **Meat Science**, v. 8, n. 3, p. 221-241, 1983.

KANEKO, J. J. **Veterinary clinical biochemistry of domestic animals**. Hardcover, 2008. 896 p.

KNOWLES, T. G.; WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; EDWARDS, J. E. Effects on cattle of transportation by road for up to 31-hours. **Vet. Rec.**, [s.l], n. 145, p. 575-582, 1999.

LAWRIE, R. A. **A conversão do músculo em carne: ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 123-127.

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

LOPES, S. A.; ROCHA, A. A.; FERNANDES, H. J. Comportamento diurno de bovinos de corte a pasto, suplementados com concentrados contendo diferentes níveis de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, LAVRAS. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.

MARSH, B. B. The basis of tenderness in muscle foods. **Journal of Food Science**, v. 42, p. 295, 1977.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; DALLA COSTA, O. A.; CRUZ BARBALHO, P.; BIAGIOTT, D.; CIOCCA, J. R.; NAVES, J. E.; QUINTILIANO, M. E.; RIBEIRO, J.E.; NAVES, G.; BARBOSA SILVEIRA, I. The transport of farm animals in Brazil: First report. **Report for the World Society for the Protection of Animals**, 2006.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; SILVA, E. V.; CHIQUITELLI NETO, M. E.; ROSA, M. S. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ALBUQUERQUE, F. S. (Org.). **Anais do XX Encontro Anual de Etologia**. Natal-RN: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002. p. 71-89.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. v. 1. e v. 2. Editora UFG, Goiânia, 2004.

PARRISH, F. C.; YOUNG JR., R. B.; MINER, B. E.; ANDERSON, D. L. Effect of postmortem conditions on certain chemical, morphological and organoleptic properties of bovine muscle. **Journal of Food Science**, v. 38, p. 690, 1973.

PEREIRA, P. M. R. C.; PINTO, M. F.; ABREU, U. G. B. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoce de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1520-1527, 2009.

PIRES, I. S. C.; ROSADO, G. P.; AZEVEDO, R. M. Proximate analysis weight losses and tenderness of pork loin (longissimus dorsi) submitted to different freezing and thawing treatments. **Revista Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 163-172, 2002.

PURCHAS, R. W. Some experiences with dark-cutting beef in New Zealand. In: Workshop of Australian Meat and Livestock Research and Development Corporation, 1988, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 1988. p.42-51.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes:** fundamentos e metodologias. Viçosa-MG: Editora UFV. 2007. p. 599.

REIS, L. S. L. S.; PARDO, P. E.; OBA, E. et al. Matricaria chamomilla CH12 decreases handling stressing Nelore calves. **Journal of Veterinary Science**, v. 7, p. 189-192, 2006.

ROÇA, R. O. **Modificações pós-morte da carne**, 2001. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/carnes/artigos%20tecnicos/roca105.pdf>>. Acesso em: 10/8/2012.(a)

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**, 2001. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/carnes/artigos%20tecnicos/roca107.pdf>>. Acesso em: 19/8/2012.(b)

SAWYER, J. T.; APPLE, J. K.; JOHNSON, Z. B. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. **Meat Science**, v. 79, p. 317-325, 2008.

SILVA A. V.; DIAS M. I. O.; MATA V. J. V.; SANTOS, R. C.; SALGADO, R. L. Influência do manejo pré-abate na qualidade da carne de bovinos abatidos no município de Parauapebas - PA. **48a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2011.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; WHIPPLE, G. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Herdford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 171-177, 1991.

SHORTHOSE, W. R. Experiência australiana na utilização do búfalo para carne. In: SIMPÓSIO SOBRE BÚFALO COMO PRODUTOR DE CARNE, 1., 1991, Campinas. **Palestra...** Campinas, 1991.

THORNTON, H. **Compêndio de inspeção de carnes**. Londres: BailliereTindall and Cassel, 1969. 665 p.

WARRISS, P. D.; KESTIN, S. C.; BROWN, S. N.; WILKINS, L. J. The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting beef. **Meat Science**, v. 10, p. 53-68, 1995.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; CROUSE, J. D. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): Carcass traits and Longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1023-1035, 1995.