

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DO TEMPO DE ESPERA EM CURRAIS DE
FRIGORÍFICO NO BEM-ESTAR E NA QUALIDADE DA
CARNE DE BOVINOS**

Franciely de Oliveira Costa

Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITOS DO TEMPO DE ESPERA EM CURRAIS DE
FRIGORÍFICO NO BEM-ESTAR E NA QUALIDADE DA
CARNE DE BOVINOS**

Franciely de Oliveira Costa

Orientadora: Profa. Dra. Marcia del Campo Gigena

Coorientador: Prof. Dr. Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia

2013

C837e Costa, Franciely de Oliveira
Efeitos do tempo de espera em currais de frigorífico no bem-estar e na qualidade da carne de bovinos / Franciely de Oliveira Costa. -- Jaboticabal, 2013
vi, 80 p : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientadora: Marcia del Campo Gigena
Coorientador: Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa
Banca examinadora: Emanuel Almeida de Oliveira, Roberto de Oliveira Roça
Bibliografia

1. Comportamento. 2. Indicadores fisiológicos. 3. Manejo pré-abate. 4. pH. 5. Temperamento. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.083

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EFEITOS DO TEMPO DE ESPERA EM CURRAIS DE FRIGORÍFICO NO BEM-ESTAR E NA QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS

AUTORA: FRANCIELY DE OLIVEIRA COSTA

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARCIA DEL CAMPO GIGENA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MATEUS JOSE RODRIGUES PARANHOS DA COSTA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. MARCIA DEL CAMPO GIGENA
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria / Uruguay


Prof. Dr. EMANUEL ALMEIDA DE OLIVEIRA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ROBERTO DE OLIVEIRA ROÇA
Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrícolas de Botucatu

Data da realização: 30 de agosto de 2013.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FRANCIELY DE OLIVEIRA COSTA – Nascida em 23 de setembro de 1987, na cidade de Fortaleza - CE. Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada na cidade Fortaleza, em julho de 2011. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica e de monitoria. Ainda durante a graduação, fez cursos relacionados à temática de Comportamento e Bem-Estar Animal. Realizou estágio extracurricular na área de Ambiência e Bem-Estar Animal e estágio curricular no Grupo ETCO (Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP. Em agosto de 2011, ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da mesma Universidade e tornou-se integrante do grupo ETCO.

Quão maravilhosa é a simplicidade.

A Deus,

Aos meus pais,

Às minhas irmãs,

À natureza e sua plenitude.

AGRADECIMENTOS

A Deus por toda força! Por me dar equilíbrio e paciência quando eu mais preciso. Por me guiar no caminho do bem e por me fazer acreditar que, com Ele, eu posso chegar onde os meus sonhos moram, alcançar meus muitos “X”.

Aos meus pais (Francisco e Liduina) e às minhas irmãs (Grasiely e Rafaely), pois são a essência do melhor que há em mim. Vocês são os meus exemplos de caráter, honestidade, simplicidade, respeito e educação, de amor, de tudo... tudo o que há de mais bonito nessa vida, o amor mais puro, o amor maior! Eu me orgulho imensamente por ter nascido nesse lar e por ser filha de quem sou. Amo muito vocês! Sinto por cada segundo que passo longe de vocês, do Felipe e da Mariana (meus sobrinhos).

A todos da minha família, que eu sei, estão sempre rezando e mandando energias positivas pra mim! Um abraço especial, de ÁGUIA, aos que, assim como eu, vivem uma luta diária na busca por ser uma pessoa melhor para si e para os outros. A verdade é que são ensinamentos que carregaremos para a vida toda.

À minha orientadora Dra. Marcia del Campo que é uma mulher incrível e um belo exemplo do que é ser líder. Obrigada por tudo, os ensinamentos, o apoio e a força de sempre.

Ao meu coorientador, professor Mateus J. R. Paranhos da Costa, pela oportunidade de estar no Grupo ETCO. É uma grande realização pra mim. Obrigada por nos passar, todos os dias, tantos princípios. Obrigada também por ter confiado em mim e ter me feito ir parar lá no Uruguai, muito obrigada mesmo! Foi uma experiência maravilhosa.

Ao Grupo ETCO que me recebeu tão bem! Aos colegas que fazem parte do grupo agora e àqueles que já foram embora, em busca de outros objetivos. Muito obrigada por tudo, por cada momento!

Às minhas amigas de casa pelo companheirismo, amizade e bons momentos vividos aqui. São muitos anjos reunidos em uma casa! Obrigada por tudo.

Aos amigos que conheci em Jaboticabal, vocês fizeram com que a distância e a saudade de casa fossem amenizadas. Aquela história de que cada pessoa que passa pela nossa vida deixa algo e leva algo de nós é a mais pura verdade. Aprendi com cada um de vocês. Todos nós enfrentamos muitas dificuldades para nos mantermos firmes nos nossos compromissos e na busca pelos nossos objetivos. Nós vivemos em uma rotina e, muitas vezes não nos damos conta do quanto crescemos, não só profissionalmente, mas especialmente como seres humanos.

Ao “Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria” - INIA Tacuarembó e todos os seus funcionários, especialmente aos que ajudaram na realização deste trabalho... não foram poucos! Ao pessoal de “Glencoe” e de “La Magnolia”. Em especial aos pesquisadores e integrantes do Programa Nacional de Carne e Lã. Foi incrível poder conhecer cada um de vocês. Estive cercada por pessoas admiráveis.

Um agradecimento especial ao Juan Manuel Soares de Lima, Gustavo Brito, Roberto San Julián, vocês são muito queridos.

A todos os amigos que fiz em Tacuarembó, desde aqueles que tive o prazer de conhecer na minha primeira viagem, até aos que eu conheci na minha última visita. Vocês foram fundamentais nessa etapa e fico muito feliz de poder estar sempre em contato com vocês. Saudade da “Casona”, dos momentos vividos lá. Agradeço a Deus por ter colocado pessoas tão maravilhosas no meu caminho!

Aos professores membros da minha banca de qualificação (Mateus J. R. Paranhos da Costa, Hirasilva Borba e Humberto Tonhati) e de defesa (Marcia del Campo, Emanuel de Oliveira e Roberto Roça) pela disponibilidade e por todas as contribuições.

À Fcav/UNESP – Jaboticabal, pela oportunidade de ingressar em um dos melhores cursos de Mestrado em Zootecnia do Brasil.

Ao CNPq pela bolsa concedida para a realização deste curso.

Ao INIA, mais uma vez, por me acolher tão bem e pela oportunidade de participar deste projeto.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) onde me formei Zootecnista e aos meus professores queridos. Em especial aos que me acompanharam mais de perto: Maria Socorro de Souza Carneiro, Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, Carla Renata Figueiredo Gadelha e José Antonio Delfino Barbosa Filho pelo incentivo e confiança.

Aos amigos de Fortaleza que, apesar da distância, estão sempre comigo. Amo muito vocês!

A todas as mudanças, idas e vindas, porque me fizeram e me fazem crescer como pessoa. Todos os desafios e momentos difíceis que passamos têm um propósito. Nada acontece por acaso e cabe a cada um de nós aprendermos e evoluirmos com os erros e os acertos. São momentos pelos quais temos que passar para entender a maravilha que é a vida... É bonita e é bonita.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	1
1 Introdução.....	1
2 Revisão de literatura	3
2.1. Bem-estar animal.....	3
2.2. Indicadores de bem-estar animal.....	6
2.2.1 Indicadores produtivos.....	7
2.2.2 Indicadores fisiológicos.....	7
2.2.3 Indicadores comportamentais.....	9
2.2.4 Temperamento.....	9
2.3. Manejo pré-abate de bovinos.....	11
2.4 Transporte.....	12
2.5 Tempo de espera nos currais dos frigoríficos.....	14
2.6 Qualidade da carne.....	16
2.6.1 Fatores bioquímicos.....	17
2.6.2 Fatores sensoriais.....	18
2.6.3 Fatores de qualidade ética.....	19
3 Referências bibliográficas.....	20
CAPÍTULO 2 - Efeito do tempo de espera em currais de frigorífico sobre o comportamento e indicadores fisiológicos de estresse em bovinos	27
1 Introdução.....	28
2 Material e Métodos.....	29
3 Resultados e Discussão.....	36
4 Referências.....	52

CAPÍTULO 3 – Tempo de espera em currais de frigorífico e a qualidade da carne bovina.....	55
1 Introdução.....	56
2 Material e Métodos.....	57
3 Resultados e Discussão.....	65
4 Referências.....	75
 CAPÍTULO 4 – Considerações Finais e Implicações.....	 79

EFEITOS DO TEMPO DE ESPERA EM CURRAIS DE FRIGORÍFICO NO BEM-ESTAR E NA QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de dois tempos de espera pré-abate sobre o bem-estar e a qualidade da carne de bovinos. O trabalho foi desenvolvido no Uruguai onde 30 novilhos Hereford foram agrupados aleatoriamente em dois tratamentos, de acordo com o tempo de espera nos currais do frigorífico: 12 horas (Tratamento 1; n=15) e três horas (Tratamento 2; n=15). Os animais foram abatidos quando pesavam, em média, 500 Kg de peso vivo, em um frigorífico comercial, que segue padrões de bem-estar animal e que está habilitado para exportar carne. O temperamento individual dos animais foi avaliado, uma semana antes do abate, utilizando-se testes restritivos e não restritivos (tempo de saída, escore de tronco e escore de saída) com os quais foi construído um índice que combina os três testes (Tindex). Os registros comportamentais dos animais foram realizados durante o período de espera e foram obtidos através da identificação da postura corporal (em pé), no registro da atividade de ruminção e registro das frequências de comportamentos negativos, sendo estes: monta e briga. Determinaram-se cinco indicadores fisiológicos: creatina fosfoquinase (CPK); ácidos graxos não esterificados (NEFA); β -hidroxibutirato (β OHB); glicose e; cortisol, nas diferentes etapas prévias ao abate, a saber: durante a pesagem na fazenda, imediatamente após o desembarque no frigorífico, após o tempo de espera e durante a sangria. As medidas de pesos das carcaças quentes, grau de terminação, grau de conformação e dentição foram obtidas no frigorífico. Da mesma forma, as medidas de temperatura e pH da carne foram realizadas a 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 horas após o abate, no músculo *Longissimus* (LM). Além disso, 45 minutos *post mortem*, foram extraídas amostras do LM para determinar o conteúdo de glicogênio. Para as análises de cor e força de cisalhamento, amostras do LM foram maturadas, por um período de dois dias. A cor do músculo foi medida através dos parâmetros L^* , a^* e b^* e a maciez foi obtida através da força de cisalhamento (FC) usando um texturômetro. Os dados foram analisados utilizando-se o programa SAS, aplicando os procedimentos REG, GLM e GLIMMIX. A relação entre as variáveis foi avaliada usando correlações de Pearson. A análise de componentes principais também foi realizada para descrever a relação entre o comportamento e as características fisiológicas, pelo programa Statistica. O temperamento não afetou as variáveis fisiológicas avaliadas, nos diferentes momentos e não influenciou a qualidade da carne. Nas três primeiras horas da espera todos os animais permaneceram em pé. A frequência de observações de ruminção foi alta até às nove horas de espera no T1 e o comportamento negativo (monta e briga) apresentou a maior frequência durante as primeiras três horas neste tratamento. CPK, NEFA, β OHB e glicose foram afetados pelo transporte. Por outro lado, não houve efeito do tratamento sobre o CPK, o β OHB, a glicose e o cortisol, medidos após a espera. Foi possível observar que a espera de 12 horas implicou no aumento de NEFA, mas a partir dos resultados de ruminção percebe-se que os animais apresentaram alta frequência deste comportamento até nove horas após o início da espera. Os animais do grupo de três horas apresentaram aumento na concentração de CPK na medida realizada após a espera. Este resultado pode estar relacionado à alta frequência de montas e brigas

observada durante essa etapa. Além disso, os animais do tratamento de espera mais curta apresentaram maior concentração de glicose na medida realizada durante a sangria, o que nos indica que não tiveram tempo suficiente para se recuperar do desgaste da viagem. O pH não diferiu para os dois tempos de espera aplicados, em nenhum dos momentos avaliados. Porém, verificou-se diferença entre os tratamentos para a concentração de glicogênio muscular com menores valores no grupo de três horas de espera. Apesar desse resultado, o pH não foi afetado, apresentando curva de declínio adequada e pH último dentro do padrão aceitável, que se caracteriza por valor entre 5,5 e 5,8. Os parâmetros L^* , a^* , b^* e a FC não diferiram entre tratamentos. Em conclusão, podemos inferir que as primeiras horas em currais de frigorífico foram críticas na adaptação de ambos os grupos. Os animais que permaneceram em currais puderam repousar e se recuperar, não sendo possível para o grupo de espera curta. Neste estudo, a qualidade da carne não diferiu entre os tratamentos. No entanto, a abordagem multidisciplinar é necessária para analisar o bem-estar animal, sugerindo que cuidados especiais devem ser tomados se decidir aplicar uma duração de 3 horas estabulação nas condições Uruguaias.

Palavras-chave: comportamento, indicadores fisiológicos, manejo pré-abate, pH, temperamento

EFFECTS OF LAIRAGE TIME IN SLAUGHTERHOUSE PENS ON WELFARE AND MEAT QUALITY OF CATTLE

ABSTRACT – The aim was to evaluate the effect of pre slaughter lairage time on welfare and meat quality of cattle. The study was performed in Uruguay. Thirty Hereford steers were randomly grouped in two treatments according to the lairage time in pens in the slaughterhouse: 12 hours (Treatment 1, n = 15) and three hours (Treatment 2, n = 15). Animals were slaughtered when they reached an average of 500 kg of LW, in a commercial slaughterhouse licensed to export meat, and following animal welfare standard procedures. Temperament was individually assessed one week before slaughter by both restrained (crush score) and non-restrained tests (flight-time and exit speed). By means of it was built an index that combines all three tests (Tindex). The behavioral records of the animals were performed during the lairage period and were obtained through the identification of body posture (standing), the record of rumination activity and the record of the frequency of negative behaviors (mounts and fighting). Blood samples were taken from all animals searching for basal values in five welfare indicators: Creatine kinase (CPK), Non esterified fatty acids (NEFA), β -hidroxibutirate (β OHB), Glucose and Cortisol, and also their respective changes, according to the following periods: before leaving the farm, immediately after arriving at the slaughter house, after lairage time, and during bleeding. Measurements of hot carcass weight, finishing degree, conformation degree and dentition were obtained in the slaughterhouse. In the same way, measurements of pH and temperature of the meat were taken in 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 hours *post mortem* at the *Longissimus* muscle (LM). Besides, 45 minutes *post mortem*, muscle samples were extracted from the LM to determine glycogen concentration. For color and shear force analysis, LM samples were aged for a two days period. Muscle color was measured with the L*, a* and b* parameters and the shear force measurement (SF) was obtained by using a texturometer. Data was analysed by SAS program applying REG, GLM and GLIMMIX procedures. The relationship among variables was evaluated using Pearson correlations. A Principal Component Analysis (PCA) was also performed to describe the relationship between behaviour and physiological traits, using Statistica software. Temperament did not have an effect on physiological indicators at any time and did not affect the meat quality. All animals were standing during the first 3 hours in the lairage pens. Rumination frequency was high until 9 hours in T1, and negative behavior (fighting and mounting) showed the highest frequency during the first 3 hours in this treatment. CPK, NEFA, β OHB and glucose were affected by transportation. On the other hand, there was no effect of treatment on CPK, β OHB, glucose and cortisol measured after the lairage time. It was observed that the 12 hour lairage resulted in an increased NEFA, but the results of rumination showed that the animals had a higher frequency of rumination up to nine hours after the beginning of lairage. The animals in the three hours group showed an increase in CPK concentration in the assessment performed after lairage. This result may be related to the high frequency of mounts and fightings observed during this stage. Additionally, in the shorter lairage treatment, animals had higher glucose concentration in the measurement performed during bleeding, which indicates that they had not enough time to recover from the

weariness of the travel. The pH did not differ for the two lairage times applied in any of the time evaluations. However, there was a difference between treatments for the muscle glycogen concentration with lower values in the three-hour lairage. Despite this result, pH was not affected, showing an appropriate declining curve and a final pH within the acceptable standards, characterized by values between 5.5 and 5.8. The parameters L^* , a^* , b^* and SF did not differ between treatments. In conclusion, we could infer that in the first hours at slaughter pens a critical adaptation stage happened for both groups. The animals that remained in pens could rest and recover afterwards, being this not possible for the shorter time lairage group. In this study, meat quality did not differ between treatments. However, a multidisciplinary approach is required to analyse the animal welfare, suggesting that special considerations should be taken if a three-hour lairage is decided to be applied in Uruguayan conditions.

Keywords: behavior, physiological indicators, pre-slaughter management, pH, temperament

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

Para garantir seu espaço no quadro competitivo mundial, a cadeia produtiva de bovinos de corte vem buscando se adequar às exigências dos mercados importadores adaptando todos seus processos, desde o manejo de cria até o abate, às demandas dos consumidores de forma a oferecer produtos de alta qualidade intrínseca e ética. Isto está ocorrendo principalmente em países exportadores de carne bovina, como é o caso do Uruguai, que atinge mercados mais exigentes, que demandam alimentos seguros, de qualidade reconhecida e que sejam provenientes de sistemas de produção sustentáveis.

Um sistema ou procedimento é sustentável se é aceito agora e se seus efeitos forem aceitos no futuro, particularmente em relação à disponibilidade de recursos, às consequências do seu funcionamento e à moralidade da ação (BROOM, 2010). Como foi reportado por Montossi et al. (2008), o Uruguai apresenta ótimas condições para produção de carne bovina de qualidade, pois além de ocupar o terceiro lugar no ranking mundial de países com menor contaminação ambiental, possui sistemas de produção baseados no consumo de pastagens.

De acordo com o Relatório do Encontro de Especialistas da FAO (FAO, 2008), a preocupação com o bem-estar animal ganha força através da concepção dos animais como seres sencientes. A senciência foi reconhecida no Tratado da União Europeia sobre a Proteção e Bem-Estar dos Animais (TRATADO DE AMSTERDÃ, 1997) e reiterada por cientistas signatários da Declaração de Cambridge, que reconheceram perante a sociedade, independente de contraditórios científicos, que os animais são seres sencientes (THE CAMBRIDGE DECLARATION ON CONSCIOUSNESS, 2012).

Assim, há uma crescente demanda por carnes que sejam produzidas com uso de tecnologias que promovam o bem-estar animal, em particular nos países desenvolvidos. No Uruguai, por exemplo, por ser um país que depende em grande parte do crescimento das exportações de carne para seu desenvolvimento

econômico, a cadeia produtiva tem demonstrado especial interesse nas demandas dos consumidores desses países de maior poder aquisitivo, e tem atuado no sentido de melhorar as condições de criação e de abate dos bovinos (DEL CAMPO, 2008). Da mesma forma, aspectos relacionados a padrões de bem-estar animal premiam, em alguns mercados, os produtores que adotam as tecnologias de criação e de abate que promovem o bem-estar dos bovinos (ZYLBERSZTAJN, 2000).

Dentro deste contexto, o manejo pré-abate é considerado um momento crítico na produção de bovinos de corte. Este tem o seu início ainda na fazenda, com o manejo de preparação dos animais para o embarque e é finalizado no frigorífico, durante a sangria dos animais. A relevância desta etapa é geralmente explicada pela sua forte relação com a qualidade das carcaças e da carne (FERGUSON; WARNER, 2008). Entende-se, com isso, que uma atenção especial deve ser dada a essa etapa, por parte de todos aqueles que estão envolvidos na cadeia produtiva da carne bovina.

O transporte, a acomodação e o manejo dos bovinos nos currais dos frigoríficos representam desafios para estes animais, uma vez que eles têm de encontrar estratégias para lidar com uma variedade de fatores estressores, sejam eles físicos, climáticos, psicológicos e sociais (VELARDE; DALMAU, 2012). Alguns trabalhos científicos (WARNER et al., 1998; NOVOA, 2003; AMTMANN et al., 2006) recomendam que o tempo de espera dos bovinos no frigorífico seja minimizado, sendo possível que isso venha a se transformar em uma exigência de mercado, afetando todos os países exportadores de carne.

Diante dessas recomendações, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade da redução do tempo de espera dos bovinos nos currais dos frigoríficos no Uruguai, através das implicações dessa prática no bem-estar dos animais e na qualidade da carne, considerando que as condições pré-abate desse país são caracterizadas por transportes de curta distância e duração.

2. Revisão de literatura

2.1 Bem-estar animal

A definição de bem-estar animal deve considerar três fundamentos, a saber: o funcionamento biológico do animal, o seu estado emocional e a possibilidade de expressar seus padrões normais de comportamento (MANTECA; VELARDE; JONES, 2009).

De acordo com Broom (1986), bem-estar é o estado de um indivíduo durante suas tentativas de ajustar-se a seu ambiente. Esta definição tem várias implicações, dentre elas podemos destacar algumas que são essenciais para sua adequada compreensão: o bem-estar é uma característica inerente ao animal e, por isso, não pode ser oferecido ao mesmo; além disso, pode variar em uma escala de muito ruim a muito bom e deve ser medido de forma objetiva, independente de condições morais, para que tenha validade científica (BROOM, 1991). Uma vez que a avaliação do bem-estar animal é realizada, têm-se as informações necessárias para que decisões éticas sejam tomadas sobre uma dada situação de criação e manejo (BROOM; MOLENTO, 2004).

Um dos conceitos importantes para a ciência do bem-estar animal é o das cinco liberdades (FAWC, 1992), qual pontua as condições que devem ser atendidas para que um animal esteja em boas condições de bem-estar, sendo estas: 1) livre de fome e sede; 2) livre de dor, lesões ou doenças; 3) livre de medo e angústia; 4) livre de desconforto e 5) livre para manifestar seu comportamento natural. Essas condições podem ser caracterizadas como um conjunto de princípios, que devem ser vistos como ideais utópicos, expressos em cada uma dessas liberdades, que representam marcos a serem utilizados para se avaliar quão longe, práticas específicas estão de atingir os padrões do mais alto grau de bem-estar (MOLENTO, 2005).

Há também a convicção de que o bem-estar é uma característica multidimensional, e que sua avaliação deve ser realizada através de diferentes critérios, como apresentado pelo Projeto Welfare Quality® (VELARDE; DALMAU,

2012). Os 4 princípios e 12 critérios propostos pelo Projeto Welfare Quality oferecem condições mais fáceis de serem alcançadas, quais sejam: I) BOA ALIMENTAÇÃO, envolvendo os critérios de 1- ausência de fome prolongada e 2- ausência de sede prolongada; II) BOM ALOJAMENTO, com os critérios 3- conforto em relação ao descanso, 4- conforto térmico, 5- facilidade de movimento; III) BOA SAÚDE, com 6- ausência de lesões, 7- ausência de doenças, 8- ausência de dor causada pelo manejo e IV) COMPORTAMENTO APROPRIADO, tendo a 9- expressão de comportamento social adequado, 10- expressão adequada de outras condutas, 11- relação humano-animal positiva e 12- estado emocional positivo.

As cinco liberdades fornecem orientações éticas para a melhoria do bem-estar animal. Por outro lado, os 12 critérios de bem-estar relacionados no Projeto Welfare Quality® mostram indicações sobre como este deve ser avaliado.

Ao tratar-se de bem-estar animal, um componente de grande importância é o medo. Este é um estado emocional induzido pela percepção de uma ameaça ou uma situação potencialmente ameaçadora (BOISSY, 1995) e envolve mudanças fisiológicas e comportamentais que preparam o animal para lidar com o perigo. Independente da causa, o medo é aversivo e a extensão da dificuldade em lidar com ele fornece informações sobre o quão pobre é o bem-estar de um indivíduo (BROOM, 1991).

Considerando-se que bem-estar se refere a uma gama de estados de um animal, variando entre muito bom a muito ruim, sempre que existe estresse o bem-estar é prejudicado. Além disso, estresse não ocorre somente em situações nas quais existe falência de adaptação, mas também é caracterizado quando o indivíduo está encontrando dificuldades em se adaptar (BROOM; MOLENTO, 2004). Um estímulo pode ser considerado uma ameaça ao indivíduo de acordo com suas características qualitativas e quantitativas e, também, de acordo às características do indivíduo e como processe e modifique a percepção desse estímulo (JOHNSON, 1987).

Diante de estímulos potencialmente estressores, uma resposta adaptativa é ativada pelo organismo numa tentativa de restabelecer o equilíbrio biológico

(FERGUSON; WARNER, 2008). Na maioria das situações, o equilíbrio é restabelecido e o custo biológico disso é irrelevante, já que são respostas de curta duração. A princípio, essas respostas são úteis para o animal, uma vez que, lhe permite enfrentar a nova situação. Entretanto, quando há falência na tentativa de adaptar-se e o estresse é excessivamente intenso ou prolongado, o custo biológico pode significar uma ameaça agressiva ao organismo (MATTERI; CARROLL; DYER, 2000).

Quando o organismo está exposto a um agente estressor, como em muitas situações de manejo, sofre várias reações fisiológicas que ativam o sistema nervoso autônomo e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. A atividade adrenal pode ocorrer durante atividades benéficas ao animal como, por exemplo, durante o acasalamento, mas em geral, isso indica que o animal apresenta dificuldades na tentativa de lidar com estímulos estressores (BROOM, 1991).

A primeira abordagem conceitual sobre este tema foi apresentada por Selye (1936) ao caracterizar a situação de estresse como um conjunto de reações que ele denominou “síndrome de adaptação geral”, indicando que a resposta ao estressor apresenta três fases sucessivas, a saber: alarme, resistência e exaustão. A fase de alarme é quando um estímulo atinge o organismo, mas este é capaz de manter a homeostase, voltando à normalidade quando o estímulo cessa. Quando esse estímulo se mantém, o organismo entra em um estado de resistência, ou seja, um estado em que o organismo permanece fora de sua zona de conforto e equilíbrio. Se o estímulo estressor continuar presente afetando o animal, este chega a um estado de exaustão e isso pode levar ao aparecimento de alterações funcionais, orgânicas e até a morte. Por outro lado, Broom e Molento (2004) afirmam que um animal pode passar por problemas, cuja magnitude ele não consiga enfrentar ou consiga enfrentar, mas com dificuldades, utilizando uma gama de mecanismos de adaptação.

A resposta de estresse dependerá em grande parte da experiência prévia do animal. Ainda, de acordo com as teorias darwinianas, a resposta de estresse pode ser de maior ou de menor importância para o animal, de acordo com a evolução da espécie, se é predador ou presa (GRANDIN, 1997). Esta resposta pode ser não

específica e uma variabilidade considerável existe entre animais, não só em sua percepção do estressor, mas na sua coordenação da resposta (MOBERG, 2000).

2.2 Indicadores de bem-estar animal

Os animais, muitas vezes, manifestam mudanças fisiológicas, comportamentais e imunológicas quando expostos a situações potencialmente estressoras. Para que seja possível acessar informações que caracterizem essas alterações, medidas de bem-estar animal devem ser utilizadas. Algumas medidas avaliam grau de lesões, doenças ou desnutrição; outras informam sobre as necessidades dos animais e seu estado de humor, indicando se sentem fome, sede, dor, medo (OIE, 2008). Além desses indicadores podemos considerar também o uso de informações acerca da qualidade da carne, que podem dar indícios sobre as condições a que os animais estavam expostos.

Em qualquer avaliação de bem-estar, é necessário considerar as variações individuais ao se enfrentar adversidades e os efeitos que estas exercem sobre os animais (BROOM; MOLENTO, 2004). Segundo Broom (1991), os indivíduos usam estratégias diferentes para tentar enfrentar uma situação ameaçadora e, por esse motivo, é essencial que em uma avaliação do bem-estar animal seja utilizado um conjunto de indicadores relacionados às variáveis produtivas, fisiológicas, comportamentais, para que esta seja realizada de maneira confiável. Da mesma forma, deve-se aprimorar o conhecimento das formas de associações entre as diferentes variáveis e suas consequências em relação à severidade do problema (BROOM; MOLENTO, 2004). Essas informações devem ser combinadas em uma avaliação global, a fim de obter informações sobre o quão alto ou baixo é o grau de bem-estar de um animal.

Segundo Gallo (2009a), frequentemente, o bem-estar dos animais destinados a produzir carne é avaliado determinando-se indicadores de mortalidade e de produtividade, além de usar medições relativas ao seu comportamento, variáveis fisiológicas e registro de danos físicos e qualidade observáveis nas carcaças.

2.2.1 Indicadores produtivos

A produtividade, medida geralmente associada ao ganho de peso dos animais, é um indicador indireto do bem-estar. É uma medida prática, no entanto, requer bastante atenção, pois alto ganho de peso não significa, necessariamente, alto grau de bem-estar animal. O animal pode enfrentar dificuldades e, no entanto, não apresentar comprometimento do seu desenvolvimento corporal. De acordo com Rollin (2003), os sistemas de produção rentáveis podem ser a causa de determinadas doenças e problemas de produção. Isso demonstra que o indicador produtivo é uma medida a mais que pode ser utilizada juntamente com outros indicadores, mas se for utilizada de forma única pode gerar uma informação equivocada no que diz respeito ao bem-estar dos animais.

A secreção de catecolaminas e glicocorticoides pelo organismo provoca alterações fisiológicas (taquicardia, aumento da taxa respiratória, elevação da temperatura corporal e a redistribuição do volume de sangue visceral para a musculatura esquelética e para o cérebro) e comportamentais (alerta, imobilização, agressão, fuga) para que o animal possa se adaptar a uma situação adversa. Essas substâncias causam alterações no metabolismo energético (FERGUSON; WARNER, 2008), em geral, com a mobilização da energia que seria utilizada para a produção, para outras funções biológicas, com reflexos negativos na produtividade de animais que estão frequentemente expostos a agentes estressores.

Dentre esses agentes estressores podem-se destacar o transporte inadequado, jejum prolongado, assim como maus tratos durante o manejo pré-abate Gallo (2009a), que podem provocar diminuição de peso das carcaças, ferimentos e até mesmo a morte dos animais.

2.2.2 Indicadores fisiológicos

Alguns sinais de baixo grau de bem-estar são demonstrados por medidas fisiológicas. O aumento de frequência cardíaca, da atividade adrenal ou resposta imunológica reduzida após um desafio, podem indicar que o bem-estar está pior que em indivíduos que não apresentam tais alterações (BROOM; MOLENTO, 2004).

O bem-estar dos animais durante o manejo pré-abate pode ser medido através de indicadores fisiológicos nas suas diferentes etapas (BROOM; FRASER, 2007), como por exemplo, com as dosagens de cortisol, creatina fosfoquinase (CPK), ácidos graxos não-esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (β OHB) e glicose, dentre outros.

Sabe-se que o cortisol é responsável por grande parte do comportamento da resposta ao estresse em bovinos. Em curto prazo, mobiliza energia, mas quando sua produção é mantida cronicamente contribui para o cansaço/desgaste dos músculos, hipertensão e alteração do sistema imune e fertilidade.

A creatina fosfoquinase (CPK) é uma enzima específica do músculo liberada na corrente sanguínea quando há dano muscular. O incremento de CPK na corrente sanguínea pode ser um indicador muito importante de dano no tecido muscular ou de excessivo esforço muscular (WARRISS, 2000). Apesar de não ser uma medida direta de estresse, a creatina fosfoquinase pode ser utilizada como indicador, uma vez que, é consequência de situações que podem estar associadas a um menor grau de bem-estar. Ou seja, esta enzima aumenta conforme seja maior o estresse do animal, por exemplo, durante as diferentes fases do manejo pré-abate (embarque, transporte, espera no frigorífico).

Como indicadores do estado nutricional podemos utilizar a concentração de certos metabólitos presentes no sangue, tais como os ácidos graxos não esterificados (NEFA) e os corpos cetônicos ou, mais especificamente, o β -hidroxibutirato (β OHB). A mobilização de energia das reservas corporais gera a liberação de ácidos graxos livres e o acúmulo destes no fígado (SMITH et al., 1997). Quando a capacidade do fígado em oxidar NEFA é ultrapassada, ocorre o acúmulo de metabólitos intermediários, conhecidos como corpos cetônicos, entre os quais o β OHB. Dessa forma, NEFA e β OHB podem ser empregados como indicadores da mobilização das reservas corporais que ocorre como consequência de um déficit energético.

2.2.3 Indicadores comportamentais

O comportamento é uma importante ferramenta para a avaliação do bem-estar dos animais. O fato de um animal evitar intensamente uma situação provê informações sobre seus sentimentos e, conseqüentemente, sobre seu bem-estar. Quanto mais forte a reação de esquiva, mais pobre será o bem-estar durante a presença do estímulo. Broom e Molento (2004) afirmam que um animal que está impossibilitado de realizar um comportamento preferido, apesar de repetidas tentativas, será considerado como tendo um bem-estar mais pobre que outro cuja situação permite a realização do mesmo. Apesar da importância do comportamento como medida, é essencial o conhecimento do repertório comportamental da espécie avaliada para que seja possível o uso e a interpretação adequada das informações coletadas.

Durante o manejo pré-abate, mais especificamente durante a espera dos bovinos nos currais do frigorífico, o comportamento dos animais é um bom indicador sobre o bem-estar. Esse tipo de medida também pode nos mostrar se há aumento ou não de comportamentos agressivos, sendo importante estar atento para evitar a mistura de lotes a fim de minimizar esse efeito no comportamento social dos animais.

2.2.4 Temperamento

Dentro do aspecto comportamental existe um fator de grande importância que é o temperamento dos animais, já que tem grande influência na qualidade de vida do animal, no ganho de peso e na qualidade da carne. Para Paranhos da Costa (2000) o temperamento tem sua importância como contribuinte da otimização da produção animal e como característica de valor econômico, pois há evidências de que o temperamento tem relação com o estresse e, conseqüentemente, com maiores custos de produção em função de alguns fatores, dentre eles, a perda de rendimento e qualidade da carne.

O temperamento se define como o comportamento do animal em resposta ao manejo (BURROW, 1997) e, para del Campo (2011), é reflexo da interação entre

genética e experiência prévia. Os animais de temperamento mais excitável são mais susceptíveis ao estresse durante o manejo (GRANDIN, 1997), principalmente em situações novas como é o caso do manejo pré-abate. O temperamento também pode ser definido como o conjunto de comportamentos dos animais em relação ao homem, comumente atribuídos ao medo (FORDYCE; GODDARD; SEIFERT, 1982).

Há evidências de que animais mais reativos ganharam 10 a 14% menos peso diário, quando comparados com animais mais calmos (VOISINET et al., 1997). No trabalho realizado por del Campo (2008) também foi observado que os animais menos reativos apresentaram ganho de peso superior (200 g/dia) aos animais de pior temperamento. Animais classificados como de pior temperamento são mais excitáveis, ingerem menor quantidade de alimentos, são mais agitados, não se adaptam facilmente a novas situações, são mais difíceis de manejar e apresentam maiores riscos de acidentes com os trabalhadores (GRANDIN; DEESING, 1998).

Resultados encontrados em um estudo realizado no Uruguai demonstraram que os animais com melhor temperamento apresentam uma menor resposta de estresse físico e emocional nas diferentes etapas prévias ao abate, resultando em maior ganho de peso e em carne mais macia (menores valores de força de cisalhamento utilizando-se o equipamento Warner Bratzler) para esses animais (DEL CAMPO, 2008). Fordyce et al. (1988) destacaram o estresse pré-abate como fator de influência no aumento de pH da carne com alteração de sabor, capacidade de retenção de água, maciez, além de maior incidência de injúrias ao abate na carcaça de bovinos de temperamento bravo em relação a outros mais dóceis.

As raças bovinas com componentes *Bos indicus* são mais excitáveis, temperamentais e difíceis de manejar em condições extensivas em comparação às raças *Bos taurus*. Stricklin, Heisler e Wilson (1980) avaliaram o temperamento de grupos genéticos diferentes usando um teste de restrição e observaram que os animais Hereford foram menos reativos que as outras raças britânicas.

A maioria das pesquisas sobre temperamento lança mão da aplicação de escores, medindo o grau de perturbação do animal quando este é submetido a uma determinada situação de manejo, como por exemplo, a pesagem ou contenção no

tronco de contenção (FORDYCE; GODDARD; SEIFERT, 1982). Uma das medidas usadas é o escore de tronco, que é realizado observando o comportamento do animal no período em que este está dentro do tronco de contenção, geralmente utilizando escores com escala de 1 (animal muito calmo) a 5 (animal muito excitável).

Outra medida utilizada para avaliar o temperamento de bovinos é a velocidade de saída, que é obtida através do tempo que o animal gasta para percorrer uma distância conhecida, imediatamente após a saída do tronco de contenção ou da balança. O método consiste em caracterizar os animais que apresentam maiores velocidades como de pior temperamento (BURROW; SEIFERT; COBERT, 1988; PETHERICK et al., 2002). Uma possível adaptação deste método é considerar como o animal sai do tronco de contenção ou da balança, geralmente dando escores de (1) para os que saem caminhando, (2) para os que saem trotando ou (3) para aqueles animais que saem correndo.

2.3 Manejo pré-abate de bovinos

Nas fases que antecedem o abate, os animais estão expostos a diversas situações que causam estresse, sendo estes fatores negativos tanto de ambiente: frio, calor, espaço, fome, sede; como de disputas por causa das mudanças na estrutura social e de manejo, em consequência da maior movimentação de humanos. De acordo com Warriss (1990), muitas vezes, esses estressores geram respostas fisiológicas e comportamentais, que se ocorrem de maneira extrema, podem contribuir para uma redução da qualidade da carne.

Como consequência desses desafios pré-abate, o animal pode sofrer desidratação, fome, medo, aumento da atividade física, fadiga e lesões. Além disso, a incapacidade de resolver adequadamente alguns desses estados (por exemplo, a desidratação ou a fadiga) pode causar sofrimento psicológico (FERGUSON; WARNER, 2008). Segundo Bray, Graafhuis e Chrystall (1989) os fatores estressantes são aditivos, de forma que a ocorrência de múltiplos destes fatores no pré-abate teria um efeito maior sobre os indicadores de qualidade da carne.

Perdas quantitativas e qualitativas da carne estão relacionadas com baixo grau de bem-estar animal. Essas perdas estão associadas, principalmente, com a morte de animais, aumento de hematomas nas carcaças e mudanças no pH da carne, decorrente da utilização de práticas deficientes no manejo pré-abate (PARANHOS DA COSTA et al., 2012). Foi relatado por Voisinet et al. (1997) que a condução do manejo quando realizada de forma estressante promove alterações metabólicas que resultam em carne escura, dura e seca. Para Knowles (1999), aqueles que lidam com o gado, em qualquer fase da cadeia produtiva, devem ser treinados em comportamento e manejo dos animais, de forma que entendam as consequências econômicas que um baixo grau de bem-estar e manejo inadequado pode causar.

De acordo com essas informações, a melhoria do manejo pré-abate se faz extremamente necessária para que seja possível minimizar o estresse dos animais nessa etapa. As soluções para os problemas de bem-estar durante o manejo pré-abate na América Latina devem ser simples, de fácil aplicação e combinadas com as condições técnicas e financeiras daqueles que pretendem aplicá-las, destacando-se, ainda, que há maior chance de sucesso quando o bem-estar dos trabalhadores também é respeitado (PARANHOS DA COSTA et al., 2012). Além disso, segundo o mesmo autor, as condições de trabalho e as técnicas utilizadas devem ser revistas periodicamente a fim de manter os avanços obtidos e criar oportunidades para futuras melhorias.

2.4 Transporte

O transporte dos animais da fazenda à planta frigorífica é uma importante etapa do manejo pré-abate que pode influir no bem-estar animal e na qualidade da carne (KNOWLES, 1999; GALLO, 2009a). No entanto, para Kenny e Tarrant (1987), se realizados de forma adequada, o embarque e o desembarque dos animais podem não causar estresse significativo. No presente momento, o treinamento formal (incluindo técnicas de manejo adequadas e conhecimento do comportamento animal) para transportadores de gado no Canadá e nos EUA não é obrigatório, no entanto, muitas empresas de caminhões de gado já exigem que os motoristas

tenham treinamento formal para que sejam contratados (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2008) ou oferecem treinamentos regulares para os novos funcionários.

De acordo com Gallo e Tadich (2008), em alguns países o transporte se prolonga por mais tempo que o esperado. Vários são os motivos para essa maior duração, seja por sua grande extensão como é o caso do Brasil e da Argentina, seja por suas características geográficas peculiares (Chile), devido à existência de estradas não pavimentadas e/ou de difícil acesso, ou de vários intermediários na cadeia produtiva da carne. A Diretiva Nº 1 de 2005 da Comissão Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2005), define como transporte curto aquele cuja duração é inferior a oito horas e prolongado, aquele com tempo superior a este.

Segundo Gallo, Lizondo e Knowles (2003), novilhos de mesma origem e peso vivo inicial apresentaram peso de carcaça menor após um transporte de 16 horas, quando comparados aos animais transportados por três horas. Além disso, em geral, há uma tendência de perda de peso maior quando os tempos de espera nos frigoríficos são maiores, especialmente após transportes longos.

Misturar grupos de animais não familiarizados durante o transporte leva ao aumento no número de interações sociais, que por sua vez pode levar ao estresse psicológico e exaustão física. Estas tensões são associadas com alterações fisiológicas, redução da qualidade da carne e perdas econômicas. Longas viagens inevitavelmente envolvem a retirada de alimentos e água durante períodos de tempo prolongados, levando à perda de peso e desidratação (KNOWLES, 1999).

Segundo Gallo (2009a), considerando-se que a literatura indica que os animais transportados por longos períodos e em altas densidades, sofrem maior estresse e produzem carne de qualidade inferior, que reduzem seu valor econômico, recomenda-se tanto do ponto de vista do bem-estar animal como de qualidade da carne, ao menos, respeitar os limites de tempo de viagem e de densidade de carga, regulamentados por cada país. Em uma melhor perspectiva, os tempos de viagem deveriam ser reduzidos e as suas condições melhoradas (adequada densidade de carga, disponibilidade de água e alimento), especialmente para as viagens longas.

2.5 Tempo de espera nos currais dos frigoríficos

No manejo pré-abate de bovinos, o tempo de espera (tempo que o animal permanece em um curral no frigorífico até o abate) é uma das etapas mais controversas, não havendo consenso sobre o tempo de permanência ideal. Isso pode ser explicado por muitos fatores, entre os quais: duração e características do transporte, além da raça e do temperamento dos animais, tipo de manejo utilizado e estrutura do frigorífico.

A espera nos currais do frigorífico é realizada com o objetivo principal de reduzir o conteúdo do trato gastrointestinal a fim de facilitar a evisceração da carcaça (THORNTON, 1969 *Apud* ROÇA, 2001a, p. 9) e, com isso, reduzir o risco de contaminações. Além disso, alguns autores afirmam que a espera favorece a reidratação dos animais, assim como o descanso e recuperação do provável cansaço ocasionado pela viagem (FERGUSON; WARNER, 2008), permitindo a recuperação dos níveis de glicogênio muscular (MOUNIER et al., 2006).

Para Sañudo (1992) o tempo de descanso é essencial, pois os animais que chegam muito cansados ao abate, apresentam uma queda lenta do pH devido ao consumo do glicogênio do músculo antes do abate. Com isso, além de não permitir o estabelecimento da acidificação muscular adequada, o *rigor mortis* acontece antes nos animais que não apresentam reserva suficiente de glicogênio.

Por outro lado, existem autores que argumentam que a espera em si pode ser um fator estressante, alegando que com a privação de alimentos e, às vezes, de água não é possível que o animal se recupere de maneira eficaz (JARVIS; HARRINGTON; COCKRAM, 1996). De acordo com as recomendações da OIE (2005) os animais devem ser abatidos logo após a chegada à planta de abate.

Em geral, observa-se que maior distância ou tempo de transporte, densidade de carga inadequada e maior tempo em jejum no frigorífico geram maior risco de comprometer o bem-estar dos animais, reduzir o peso vivo e o peso da carcaça, aumentar a incidência de hematomas, além de ocasionar problemas na qualidade da carne. Ainda que a relação não seja sempre direta, devido à interferência de muitos outros fatores ambientais e dos próprios animais envolvidos.

Do ponto de vista do bem-estar animal, Tadich et al. (2005) afirmaram que prolongar a duração na espera no frigorífico (de 3 a 24 horas) com a finalidade de que as concentrações de indicadores sanguíneos diminuam, retornando aos valores basais, não é a melhor solução para os bovinos. Os animais estão expostos a um ambiente novo, situações novas, privados de alimentação e dividindo espaço com animais desconhecidos. Todos esses fatores levam a um estresse que dificulta o descanso e a conseqüente recuperação desses indivíduos.

O tempo que os animais permanecem sem alimento e água reflete em seu bem-estar, além dos efeitos negativos para a qualidade da carne e diminuição de peso (GALLO, 2009b). A privação de água é mais crítica dentro da perspectiva de bem-estar animal, dado o risco de desidratação. Contudo, os animais têm a oportunidade de reidratar-se após a chegada ao frigorífico, uma vez que eles têm acesso à água nos currais de espera.

Nas 24 a 48 horas de jejum pré-abate, a maioria das perdas de peso são devidas a eliminação do conteúdo do trato gastrointestinal e de urina. Quando o jejum de alimento e água ultrapassa 48 horas, começa o catabolismo de tecidos e a desidratação, contribuindo para a perda de peso indesejável (FERGUSON; WARNER, 2008).

Durante o transporte além da perda de peso, há muitos problemas relacionados a contusões. É verdade que essas lesões podem acontecer durante todas as etapas do manejo pré-abate, no entanto, ainda não se tem informações que possam indicar em que momento essa lesão aconteceu e o que ocasionou (GALLO, 2009a).

Segundo Romero, Gutiérrez e Sánchez (2012) uma atenção especial deve ser dada aos hematomas, pois estes podem ser usados como indicativos de pobre bem-estar animal e, também, porque produzem perdas econômicas importantes principalmente quando implicam na retirada de partes valiosas da carcaça. A carne com essas características não está apta para o consumo humano, o que implica na retirada de tecidos das áreas afetadas, possivelmente influenciando no peso e

rendimento da carcaça. Além disso, a carcaça pode ser penalizada durante o processo de tipificação (STRAPPINI et al., 2009).

No Uruguai, determina-se que os animais permaneçam em espera nos currais do frigorífico por um período mínimo de 12 horas. Neste país as distâncias são de, em média, 250 Km e com duração de viagem aproximadamente entre três e quatro horas. No Brasil, a legislação vigente, descreve que os animais devem ter livre acesso à água limpa e abundante e, se mantidos por mais de 24 horas, devem ser alimentados em quantidades moderadas e a intervalos adequados, segundo a Instrução Normativa nº. 3 (BRASIL, 2000).

Considerando-se o bem-estar dos animais e a qualidade final do produto as privações de água e/ou de comida prolongadas devem ser evitadas em todas as fases do manejo pré-abate e no conjunto dessas etapas. Além disso, é muito importante que as instalações e o tempo de espera no frigorífico ofereçam condições para o descanso dos animais, evitando que este se torne um fator adicional de estresse.

2.6 Qualidade da carne

As características ou fatores de qualidade da carne podem ser agrupados em cinco grandes grupos: 1- Fatores bioquímicos (pH, capacidade de retenção de água, colágeno, estado e consistência da gordura, estado das proteínas, viscosidade, estabilidade oxidativa); 2- Fatores sensoriais ou organolépticos (cor, marmoreio, maciez, sabor, cheiro); 3- Fatores nutricionais (valor proteico, aminoácidos essenciais, gordura, composição em ácidos graxos, vitaminas e minerais); 4- Fatores higiênicos e toxicológicos (como garantia de não produzir um risco para a saúde do consumidor); 5- Fatores de qualidade ética (como garantia de que a carne foi produzida considerando o bem-estar animal e o meio ambiente).

A qualidade de um produto está relacionada às características que lhe conferem maior aceitação e poder de atração sobre o consumidor. Contudo, a presença de alterações na qualidade da carne tais como alterações de pH, cor, capacidade de retenção de água são indicadores de estresse severo ou prolongado

e de pobre bem-estar (GREGORY, 1998), tendo influencia negativa sobre o produto final, diminuindo, sua qualidade e vida útil.

2.6.1 Fatores bioquímicos

Durante o manejo pré-abate os animais estão expostos a várias condições adversas, causando um estado de estresse que provoca o consumo excessivo de glicogênio muscular (GALLO; TADICH, 2005) afetando o processo natural de transformação do músculo em carne. A atividade física por si só pode não resultar em depleção dos níveis de glicogênio, o que realmente importa nesse caso é a intensidade da atividade física (FERGUSON; WARNER, 2008).

Segundo Alves e Mancio (2007), o *rigor mortis* pode ser considerado como uma contração muscular irreversível que ocorre logo após a morte do animal e é caracterizado pela rigidez do músculo. A partir dessa rigidez a conversão do músculo em carne tem continuidade através de degradações enzimáticas e desnaturação proteica, causando uma pseudo resolução do *rigor mortis*, tornando a carcaça menos rígida (FELÍCIO, 1997). Após a morte, o sangue para de circular pelo corpo do animal e, com isso, o oxigênio não chega à musculatura. Assim, o músculo começa a utilizar a via anaeróbica para transformar glicogênio em glicose gerando lactato, o que causa a queda do pH (ALVES; MANCIO, 2007).

Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente, sendo que o pH inicial (0 horas) está em torno de 7,0; caindo para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5-5,9 após 24 horas (ROÇA, 2001b).

A carne DFD, caracterizada como escura, firme e seca, é um problema causado pelo estresse crônico antes do abate, que esgota o conteúdo de glicogênio (SCANGA et al., 1998). De acordo com Roça (2001b), o pH 6,0 tem sido considerado como limite entre o corte normal e o do tipo DFD, mas no Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH<5,8, medido às 24 horas *post-mortem*, diretamente no músculo *Longissimus*.

A temperatura também tem um papel importante para qualidade da carne, pois, de acordo com Felício (1997), o abaixamento rápido da temperatura dos músculos, na fase que antecede o *rigor mortis*, pode provocar o endurecimento da carne, pelo processo de encurtamento por frio. Ainda segundo o mesmo autor, a solução para evitar esse problema seria deixar as carcaças a temperaturas acima de 10°C até o estabelecimento do *rigor mortis* (50% do ATP inicial, pH=6,0 ou 10 h após a sangria) e, só depois diminuir a temperatura.

2.6.2 Fatores sensoriais

As oportunidades de expansão do mercado da carne bovina estão intimamente associadas à capacidade competitiva do setor produtivo e a qualidade do produto é ponto fundamental nesse aspecto (ALVES; MANCIO, 2007). Segundo Dunne (2011) a cor, assim como a maciez, é uma das características que definem a qualidade sensorial da carne bovina.

As práticas envolvidas na produção animal têm um impacto profundo na qualidade da carne, inclusive na cor da carne bovina (BARKER et al., 1995). Esta foi definida por Dunne (2003) como “a cor em uma fatia de tecido do músculo, fresco ou velho, normalmente de 2,5 cm, com a superfície cortada perpendicularmente à direção das fibras do músculo. Essa cor normalmente será atingida após uma exposição às concentrações atmosféricas normais de oxigênio”.

A cor do músculo depende de aspectos quantitativos e qualitativos da mioglobina presente (quantidade total de mioglobina e a proporção de mioglobina oxigenada) (DUNNE, 2011) e é avaliada através do sistema CIE (1986) que considera as coordenadas L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo).

O estresse pré-abate afeta as reservas de glicogênio do músculo e isso se relaciona com a taxa de declínio do pH e seu valor final na carne, o que influencia na cor e na maciez deste produto (SORIA; CORVA, 2004). De acordo com Paz e Luchiarri Filho (2000), a maciez é considerada a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores podendo, assim, ser

considerada como um fator estratégico para garantir a estabilidade ou a expansão do mercado (ALVES; MANCIO, 2007).

A medida de maciez pode ser realizada através de uma metodologia subjetiva e/ou objetiva. O método subjetivo utiliza um painel sensorial onde um grupo de pessoas treinadas ou não classificam a carne em relação a sua maciez, após terem provado amostras. O método objetivo é realizado com a utilização de um equipamento que mede a força necessária para o cisalhamento de uma amostra de carne, de forma que quanto maior a força empregada, menor é a maciez (ALVES; MANCIO, 2007).

2.6.3 Fatores de qualidade ética

Alimentos mais baratos para os seres humanos, muitas vezes, envolvem maior dor e sofrimento para os animais de produção, contudo, melhorias no bem-estar podem ser alcançadas com pequenos aumentos no preço para o consumidor (APPLEBY; HUGHES, 2005). É dever dos profissionais da área de produção animal, tentar evitar o máximo possível o sofrimento desnecessário dos animais destinados à produção de alimento.

À medida que a sociedade passa a reconhecer o sofrimento animal como um aspecto relevante, pode-se inferir ao bem-estar animal um valor econômico (MOLENTO, 2005). De forma que ao entrar no mundo da economia, o bem-estar se torna mais um atributo de qualidade do produto, a qualidade ética, agregando valor à mesma de forma direta. Destaca-se, ainda, o efeito negativo que o estresse pode ocasionar sobre os fatores sensoriais, bioquímicos e higiênicos do produto final.

Em países mais desenvolvidos, os consumidores exigem maior respeito aos animais dentro desse tipo de produção. A cada dia vem crescendo a preocupação com o bem-estar dos animais requerendo, assim, maior atenção às exigências impostas pelas auditorias. Para Molento (2005), o valor que uma pessoa ou uma sociedade atribui ao bem-estar dos animais e, que é relevante para a economia, é a satisfação, a garantia e o conforto gerados a partir do conhecimento de que um ser senciente, nesse caso o animal de produção, foi tratado de maneira apropriada.

A preferência por produtos associados a melhores condições de bem-estar está baseada na questão ética e, segundo McInerney (2004), no caso das sociedades de maior poder aquisitivo, não é influenciada pelo preço. Para Appleby e Hughes (2005), em se tratando de fazer o que é apropriado para o bem-estar animal e para o meio ambiente, a concorrência não deve mais ser o principal determinante das práticas agrícolas e dos preços dos alimentos.

Segundo Bernués, Olaizola e Corcoran (2003), a promoção da carne através de atributos extrínsecos como a preocupação com o ambiente e com o bem-estar animal nos sistemas produtivos podem constituir estratégias comerciais apropriadas para restaurar a confiança do consumidor. Portanto, investir em bem-estar animal pode ser interessante para os produtores, não somente no que concerne a atender as exigências legislativas ou a demanda por qualidade ética do consumidor, como também para aumentar a qualidade do produto.

3. Referências bibliográficas

ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina - uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 193-216, 2007.

AMTMANN, V. A.; GALLO, C.; VAN SCHAİK, G.; TADICH, N. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. **Archivos Medicina Veterinaria**. v. 38, n. 3, p. 259-264, 2006.

APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. Animal Welfare. In: _____. (Ed.). Wallingford: CAB International Publishing, 2005. p.76.

BARKER, B. P.; MIES, W. L.; TURNER, J. W.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Influence of production system on carcass characteristics of F1 Wagyu×Angus steers and heifers. **Meat Science**, v. 41, p. 1-5, 1995.

BERNUÉS, A.; OLAIZOLA, A; CORCORAN, K. Extrinsic attributes of red meat as indicators of quality in Europe: an application for market segmentation. **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 265-276, 2003.

BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. **The quarterly review of biology**, v. 70, n. 2, p. 165-191, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do 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**. Diário Oficial da União, 24 de janeiro de 2000, Seção 1, p. 14.

BRAY, A.; GRAAFHUIS, A.; CHRYSTALL, B. The cumulative effect of nutritional, shearing and pre-slaughter washing stresses on the quality of lamb meat. **Meat Science**, v. 25, p. 59-67, 1989.

BROOM, D. M. Animal Welfare: An Aspect of Care, Sustainability, and Food Quality Required by the Public. **Journal of Veterinary Medical Education**, Toronto, v. 37, n. 1, p. 83-88, 2010.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p. 524-526, 1986.

BROOM, D. M. The welfare of livestock during road transport. In: APPLEBY, M.; CUSSEN, V.; LAMBERT, L.; TURNER, J. (Ed.). **Long distance transport and welfare of farm animals**. London: WSPA, 2008. p. 157-181.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. **Domestic animal behaviour and welfare. Welfare assessment**. 4. ed. Wallingford: CAB International, 2007. cap. 6, p. 58-69.

BROOM, D. M.; MOLENTO C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, p. 1-11, 2004.

BURROW, H. M. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. **Animal Breeding Abstract**, v. 65, p. 477-495, 1997.

BURROW, H. M.; SEIFERT, G. W.; COBERT, N. J. A new technique for measuring temperament in cattle. **Aust. Soc. Anim. Prod.**, v. 17, p. 154-157, 1988.

C.I.E., 1986. **Colorimetry** (2nd ed.) Commission International de l'Éclairage, Publication CIE 15.2. Vienna: CIE. 1986.

DEL CAMPO, M. **El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena**. 2008. 202 f. Tesis Doctoral - Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2008.

DEL CAMPO, M. Temperamento – Bienestar animal – Calidad de producto. **Revista INIA**, Montevideo, n. 24, p. 11-17, 2011.

DUNNE, P. G. **Colour of bovine adipose and muscle tissue: impact of animal type and management factors**. 2003. 395 f. PhD dissertation - National University of Ireland, University College Dublin, Dublin, 2003.

DUNNE, P. G.; MONAHAN, F. J.; MOLONEY, A. P. Current perspectives on the darker beef often reported from extensively-managed cattle: Does physical activity play a significant role? **Livestock Science**, v. 142, p. 1-22, 2011.

EUROPEAN COMMISSION. 2005. Oficial Journal of the European Union. Council Regulation (EC) N° 1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97, 44 p.

FAO. **Relatório do Encontro de Especialistas da FAO**. 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0483pt/i0483pt00.pdf>>. Acesso em: 08 ago de 2013.

FAWC – Farm Animal Welfare Council. **Five Freedoms**. 1992. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>. Acesso em: 20 jun de 2013.

FELÍCIO, P. E. de. Fatores Ante e Post Mortem que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. (Ed.). **Produção do Novilho de Corte**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.

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.

FORDYCE, G.; WYTHES, J. R.; SHORTHOSE, W. R.; UNDERWOOD, D. W.; SHEPHERD, R. K. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. 2. Effect of temperament on carcass and meat quality. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 28, p. 689-693, 1988.

FORDYCE, G.; GODDARD, M.; SEIFERT, G. W. The measurement of temperament in cattle and effect of experience and genotype. **Anim. Prod. Aust.**, v. 14, p. 329-332, 1982.

GALLO, C. Bienestar animal y buenas prácticas de manejo animal relacionadas con la calidad de la carne. In: BIANCHI, G.; FEED, O. (Ed.). **Introducción a la Ciencia de la Carne**. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur, 2009a. p. 455-494.

GALLO, C. Transporte y reposo pre-sacrificio en bovinos y su relación con la calidad de la carne. In: MOTA-ROJAS, D.; GUERRERO-LEGARRETA, I. (Ed.). **Bienestar Animal y Calidad de la Carne**. México: Editorial BM Editores, 2009b. p. 15-36.

GALLO, C.; LIZONDO, G.; KNOWLES, T. G. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. **Veterinary Record**, v. 152, p. 361-364, 2003.

GALLO, C.; TADICH, N. Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. **Agro-Ciencia**, v. 21, p. 37-49, 2005.

GALLO, C.; TADICH, T. A. South America. In: APPLEBY, M. C.; CUSSEN, V.; GARCÉS, L.; LAMBERT, L.; TURNER, J. (Ed.). **Long distance transport and welfare of farm animals**. Wallingford: CAB International, 2008. cap. 10, p. 261-287.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 249-257, 1997.

GRANDIN, T.; DEESING, D. Genetics and behavioural of domestic animals. California: Academic Press, 1998. p. 240-244.

GREGORY, N. **Animal welfare and meat science**. CAB International, 1998. p. 62-82.

JARVIS, A. M.; HARRINGTON, D. W. J.; COCKRAM, M. S. Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 50, p. 83-94, 1996.

JOHNSON, H. D. Bioclimates and livestock. In: _____. (Ed). **World Animal Science B5 Bioclimatology and the adaptation of Livestock**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1987. p. 3-16.

KENNY, F. J.; TARRANT, P. V. The physiological and behavioural responses of crossbred steers to short haul transport by road. **Livestock Production Science**, v. 17, p. 63, 1987.

KNOWLES, T. G. A review of the road transport of cattle. **Veterinary Record**, London, v. 144, n. 8, p. 197-201, 1999.

MANTECA, X.; VELARDE, A.; JONES, B. Animal welfare components. In: SMULDERS, F.; ALGERS, B. (Ed.). **Welfare of production animals: Assessment and management of risks**. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009. p. 61-77.

MATTERI, R. L.; CARROLL, J. A.; DYER, C. J. Neuroendocrine response to stress. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (Ed.). **The biology of animal stress: basic principles and implications to welfare**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 43-76.

McINERNEY, J. P. **Animal welfare, economics and policy** – report on a study undertaken for the Farm & Animal Health Economics Division of Defra, 2004.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: Implications for Animal Welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (Ed.). **The biology of animal stress: basic principles and implications to welfare**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 1-21.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MONTOSSI, F.; BRITO, G.; SAN JULIÁN, R.; LUZARDO, S.; DEL CAMPO, M.; VAZ MARTINS, D.; LA MANNA, A.; SAÑUDO, C. Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa. **Revista INIA**, Montevideo, n. 14, p. 2-7, 2008.

MOUNIER, L.; DUBROEUCQ, H.; ANDANSON, S.; VEISSIER, I. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1567-1576, 2006.

NOVOA, H. P. **Efectos de la Duración y las Condiciones del Reposo en Ayuno Previo al Faenamiento de los Bovinos sobre las Características de la Canal**. 2003. 55f. Tesis de Grado - Universidad Austral de Chile, 2003.

OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. **Código Sanitario para los Animales Terrestres**. 2005.

OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. **Código Sanitario para los Animales Terrestres**, 2008. Título 7. Bienestar de los animales. Capítulo 7.3. Transporte de animales por vía terrestre. Capítulo 7.5. Sacrificio de animales. 2008. p. 270-287, 297-320.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte. **An. Etol.**, v. 18, p. 1-15, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; DALLA COSTA, O. A. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. **Meat Science**, v. 92, p. 221-226, 2012.

PAZ, C. C. P. de; LUCHIARI FILHO, A. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. **Pecuária de Corte**, n. 101, p. 58-63, 2000.

PETHERICK, J. C.; HOLROYD, R. G.; DOOGAN, V. J.; VENUS, B. K. Productivity, carcass and meat quality of lot fed Bos indicus cross steers grouped according to temperament. **Austr. J. Exp. Agric.**, v. 42, p. 389-398, 2002.

ROÇA, R. O. Abate humanitário: manejo ante-mortem. **Revista TeC Carnes**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 7-12, 2001a.

ROÇA, R. O. **Modificações pós-morte da carne**. 2001b. Disponível em: <<http://200.132.139.11/aulas/Zootecnia/A7%20-%20Setimo%20Semestre/AVALIA%C3%87%C3%83O%20DE%20CARCA%C3%87A/MODIFICA%C3%87%C3%95ES%20POST-MORTEM.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2013.

ROLLIN, B. E. 2003. **Farm Animal Welfare: Social, Bioethical, and Research Issues**. Iowa: Blackwell Publishing, 2003. p. 150.

ROMERO, M. H.; GUTIÉRREZ, C.; SÁNCHEZ, J. A. Evaluación de contusiones como un indicador de bienestar animal durante el pre-sacrificio de bovinos. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 25, p. 267-275, 2012.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina**: factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Curso Internacional de Producción Ovina. Zaragoza, 1992.

SCANGA, J. A.; BELK, K. E.; TATUM, J. D.; GRANDIN, T.; SMITH, G. C. Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 2040-2047, 1998.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; HALEY, D. B.; CHURCH, S.; WOODS, J.; O'BYRNE, T. An education and training program for livestock transporters in Canada. **Veterinaria Italiana**, v. 44, p. 271-281, 2008.

SELYE, H. A syndrome produced by diverse nocuous agents. **Nature**, v. 38, 1936.

SMITH, T. R.; HIPPEN, A. R.; BEITZ, D. C.; YOUNG, J. W. Metabolic Characteristics of Induced Ketosis in Normal and Obese Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1569-1581, 1997.

SORIA, L. A.; CORVA, P. M. Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, v. 12, n. 2, p. 73-88, 2004.

STRAPPINI, A. C.; METZ, J. H. M.; GALLO, C. B.; KEMP, B. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. **Animal**, v. 3, p. 728-736, 2009.

STRICKLIN, W. R.; HEISLER, C. E.; WILSON, L. L. Heritability of temperament in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 5, supl. 1, p. 109-110, 1980.

TADICH, N.; GALLO, C.; BUSTAMATE, H.; SCHWERTER, M.; VAN SCHAİK, G. Effects of transport and lairage time on some blood constituents of Friesian cross steers in Chile. **Livestock Production Science**, v. 93, p. 223-233, 2005.

THE CAMBRIDGE DECLARATION ON CONSCIOUSNESS, 2012. Cambridge. **Documento eletrônico...** Cambridge, UK. 2012. Disponível em: <<http://fcmconference.org/img/CambridgeDeclarationOnConsciousness.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 13.

THORNTON, H. **Compêndio de inspeção de carnes**. Londres: Bailliere Tindall an Cassel, 1969. 665p. *Apud* Roça, 2001a.

TRATADO DE AMSTERDÃ. **Protocolo relativo à proteção e ao bem-estar dos animais.** 1997. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/pt/treaties/dat/11997D/htm/11997D.html#0110010013>>. Acesso em: 08 ago de 2013.

VELARDE, A.; DALMAU, A. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. **Meat Science**, v. 92, p. 244-251, 2012.

VOISINET, B. D.; GRANDIN, T.; TATUM, J. D.; O'CONNOR, S. F.; STRUTHERS, J. J. Feedlot cattle with calm temperaments have a higher average daily weight gains the cattle with excitable temperaments. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 892-896, 1997.

WARNER, R. D., TRUSCOT, T. G., ELDRIDGE, G. A., & FRANZ, P. R. A survey of the incidence of high pH beef meat in Victorian abattoirs. In **34th International Congress of Meat Science and Technology**. p. 150-151. Brisbane, Australia. 1998.

WARRISS, P. D. **Meat Science**. An introductory text. CABI Publishing, 2000. p. 98.

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

ZYLBERSTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial. In: ZYLBERSTAJN, D.; NEVES, M. F. (Ed). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 1-21.

CAPÍTULO 2 – Efeito do tempo de espera em currais de frigorífico sobre o comportamento e indicadores fisiológicos de estresse em bovinos

F. O. Costa^{*}, M. del Campo[†], M. J. R. Paranhos da Costa[‡]

^{*}Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, FCAV, Universidade Estadual Paulista, 14.884-900 Jaboticabal, Brasil. [†]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Tacuarembó, Ruta 5 Km 386, 45000, Uruguay. [‡]Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 14.884-900, Jaboticabal, Brasil.

Artigo preparado de acordo com as normas da revista “Journal of Animal Science”.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de dois tempos de espera prévios ao abate sobre o comportamento e os indicadores fisiológicos de estresse de bovinos. O trabalho foi realizado no Uruguai utilizando-se 30 novilhos castrados da raça Hereford, de três anos de idade, que foram agrupados aleatoriamente em dois tratamentos, de acordo com o tempo de espera nos currais do frigorífico: 12 horas (tratamento 1; n=15) e três horas (tratamento 2; n=15). Os animais foram abatidos quando pesavam, em média, 500 Kg de peso vivo, em um frigorífico comercial, que segue padrões de bem-estar animal e que está habilitado para a exportação. Durante a fase de campo, o temperamento dos animais foi avaliado utilizando-se três medidas (tempo de saída, escore de tronco e escore de saída) com as quais foi construído um índice que combina os três testes (Tindex). Os registros comportamentais dos animais foram realizados durante todo o período de espera nos currais do frigorífico e foram obtidos através da identificação da postura corporal (em pé) e no registro da atividade de ruminação e registro das frequências de comportamentos negativos, sendo estes: monta e briga. Determinaram-se cinco indicadores fisiológicos: (1) creatina fosfoquinase (CPK); (2) ácidos graxos não esterificados (NEFA); (3) β -hidroxibutirato (β OHB); (4) glicose e; (5) cortisol. A coleta de sangue foi realizada por venopunção jugular, nas diferentes etapas prévias ao abate, a saber: durante a pesagem na fazenda, imediatamente após o desembarque no frigorífico, após o tempo de espera e durante a sangria. Para a análise dos dados

foram aplicados os procedimentos REG, GLM e GLIMMIX do SAS. Além destes, também foi realizada uma análise de componentes principais entre as variáveis comportamentais e fisiológicas com o uso do programa Statistica. O temperamento não afetou as variáveis fisiológicas avaliadas ($P > 0,05$), nas diferentes etapas. Nas três primeiras horas da espera os animais de ambos os tratamentos permaneceram em pé. Houve alta frequência de observações de ruminção até às nove horas de espera e as primeiras quatro horas de espera são as mais importantes no que diz respeito à ocorrência de montas e brigas. Não houve efeito do tratamento sobre cortisol, CPK, glicose, β OHB medidos após a espera. No entanto, observou-se que a concentração de CPK aumentou no grupo de animais que permaneceram três horas em espera. Além disso, o transporte e a espera de 12 horas implicaram no aumento de NEFA e o β OHB aumentou após o transporte. A concentração de glicose aumentou nas medidas realizadas após o transporte e durante a sangria. Em resumo, temos que as quatro horas iniciais, após a chegada dos animais ao frigorífico, foram críticas, impossibilitando a recuperação eficiente do grupo que permaneceu três horas em espera.

Palavras-chave: bem-estar animal, comportamento, CPK, manejo pré-abate, NEFA.

1. Introdução

Nas fases que antecedem o abate, os animais estão expostos a diversas situações que causam estresse, sendo que estas têm origem tanto no ambiente físico, quanto no ambiente social e no manejo, em função da intensificação de disputas sociais e de maior contato com humanos. Como consequência desses desafios os animais podem sofrer de desidratação, fome, medo, fadiga e lesões.

Nesse sentido, o tempo de espera nos currais do frigorífico é uma etapa decisiva, pois os animais estão expostos a situações que podem comprometer seu bem-estar. Por esse motivo, é importante que as instalações e o manejo no frigorífico ofereçam condições para o descanso dos animais, evitando que este se torne um fator adicional de estresse.

O bem-estar dos animais pode ser medido através de indicadores fisiológicos e comportamentais (Broom e Molento, 2004; Broom e Fraser, 2007) durante as diferentes etapas do manejo pré-abate. Para isso, podem ser utilizadas dosagens de cortisol, creatina fosfoquinase (CPK), ácidos graxos não-esterificados (NEFA), β -hidroxibutirato (β OHB), glicose, além de indicadores de comportamento como ocorrência de montas, brigas, postura corporal, ruminação (Warriss et al., 1984; Cockram e Corley, 1991; Tadich et al., 2005; de La Fuente et al., 2012; Leme et al., 2012). A partir destes indicadores comportamentais e fisiológicos é possível obter informações sobre as respostas dos animais frente a condições estressantes.

O estudo da evolução de vários indicadores fisiológicos, em diferentes etapas do manejo pré-abate, combinado com informações sobre o comportamento dos animais nos currais do frigorífico pode oferecer valiosas informações acerca do efeito de diferentes tempos de espera, e as condições intrínsecas a estes, sobre o status de bem-estar dos animais.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de dois tempos de espera contrastantes (três e 12 horas) prévios ao abate, em planta frigorífica, e do temperamento individual dos animais sobre o comportamento e os indicadores fisiológicos de estresse em bovinos de corte.

2. Material e Métodos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FCAV-UNESP Jaboticabal (protocolo número 004490/13).

2.1 Local do estudo e animais

O projeto foi desenvolvido no “Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria” – INIA, Uruguai, no ano de 2011. Foram utilizados 30 machos castrados da raça Hereford, de aproximadamente três anos de idade mantidos a pasto na Unidade Experimental de Glencoe (INIA), Uruguai. Os animais foram pesados a cada 15 dias durante o período de terminação para definir o momento de

abate e foram aplicados protocolos de boas práticas de manejo durante o período de engorda. O abate foi realizado na primavera, quando os animais pesavam, em média, 500 Kg de peso vivo, em frigorífico comercial. Os animais foram agrupados aleatoriamente em dois tratamentos, de acordo com o tempo de espera na planta frigorífica: 12 horas (tratamento 1; n=15) e três horas (tratamento 2; n=15).

2.2 Características do transporte e da planta de abate

Todos os animais foram abatidos no mesmo dia em frigorífico comercial que segue padrões de bem-estar animal e que está habilitado para a exportação. A distância entre a fazenda e o frigorífico é de 178 Km e a média de tempo da viagem foi de cinco horas, com três paradas para monitorar os animais.

Os dois grupos foram transportados em um caminhão comercial com dois compartimentos, garantindo 1,2 m²/animal, de acordo com o protocolo de exigências do transporte no Uruguai. O mesmo motorista realizou as duas viagens e utilizou o mesmo caminhão e nenhum problema foi registrado durante esse período. Primeiramente, foram transportados até o frigorífico os animais do tratamento 1 (12 horas de espera) e, logo após, o motorista retornou com o caminhão à fazenda para embarcar os bovinos do tratamento 2 (três horas de espera), de forma que os dois grupos de animais foram abatidos na manhã do mesmo dia. As informações referentes aos horários em que as diferentes etapas prévias ao abate foram realizadas nos diferentes grupos de abate podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1. Etapas do manejo pré-abate e horários referentes a cada tratamento

Atividade	T1	T2
Alojamento no curral da fazenda	10:00	00:00
Saída da fazenda	11:00	01:00
Chegada ao frigorífico + desembarque + coleta de sangue	16:00 a 17:00	06:00 a 07:00
Início da espera	17:00	07:00
Fim da espera	05:00	10:00
Coleta de sangue + manejo	05:00 a 06:00	10:00 a 11:00
Abate	06:00	11:00

T1 = 12 horas de espera (n=15); T2 = 3 horas de espera (n=15)

Após chegar ao frigorífico, os animais foram levados ao curral de espera que apresentava dimensões que cumpriam com as exigências vigentes aos frigoríficos exportadores, com densidade de 420 Kg/2,5 m².

2.3 Avaliação do temperamento

O temperamento dos animais foi avaliado uma semana antes do abate, utilizando-se três medidas, a saber: (a) tempo de saída; (b) escore de tronco; (c) escore de saída, com os quais foi constituído um índice de temperamento (Tindex).

a) Tempo de saída

O tempo de saída (TS, em segundos) foi quantificado a partir do tempo, em segundos, que os animais levaram para percorrer uma distância conhecida (dois metros) imediatamente após a saída do tronco de contenção, utilizando-se um cronômetro manual, conforme Burrow et al. (1988). O método consiste em caracterizar os animais com maiores tempos de saída como animais menos reativos.

b) Escore de tronco

O escore de tronco (ET) foi adaptado de Hearnshaw e Morris (1984). As categorias observadas no ET levaram em consideração o estado geral do animal incluindo movimentações de membros, cabeça e cauda, assim como sinais comportamentais de estresse, atribuindo-se um dos seguintes escores: 1) animal não oferece resistência, permanecendo com cauda, cabeça e orelhas relaxadas, olhos sem sinal de alerta; 2) animal apresenta pouco movimento de membros, mantém a cabeça erguida e orelhas eretas, olhos com sinal de alerta; 3) animal apresenta movimentos frequentes, mas não vigorosos, de membros, cabeça, orelhas e cauda; 4) animal oferece grande resistência, com movimentos bruscos de cabeça e cauda, com respiração audível; 5) animal salta, tenta sair do tronco e pode cair. A medida foi realizada após a entrada do animal no tronco de contenção. Somente as portas traseira (entrada) e dianteira (saída) permaneceram fechadas para a realização do teste, sem a utilização de nenhuma das estruturas de

contenção (paredes laterais, pescoceiras e coiceras). Os registros foram tomados quatro segundos após o fechamento das porteiras do tronco de contenção.

c) *Escore de saída*

Os dados do escore de saída (ES) foram obtidos por meio de uma escala nominal de acordo com a reação dos animais imediatamente após a saída do tronco de contenção, sendo: 1 (andando), 2 (trotando) e 3 (correndo).

O Tindex foi gerado a partir de um método multicriterial que foi constituído pelas três medidas (tempo de saída, escore de tronco e escore de saída). Os dados de cada medida foram padronizados de forma a permitir a combinação entre elas. A partir disso, foram definidos os pesos relativos à importância de cada medida. O Tindex foi calculado utilizando a equação $Tindex = \sum Wd$, onde “W” é o peso atribuído a cada variável estimada pelo Analytic Hierarchy Process – AHP (Saaty, 1980) e o “d” será cada registro individual padronizado (dentro de cada variável). A classificação padronizada foi criada para cada variável, em escala de 1 a 100.

Sendo o TS uma medida amplamente utilizada, e tratando-se o ET, de uma medida realizada em condições de reclusão, assemelhando-se às condições a que esses animais estavam expostos nos currais do frigorífico, igual importância foi dada às duas medidas. Ou seja, peso de 47,4% para TS e ET; e peso de 5,2% para o ES. Menor índice indica que o animal é mais tranquilo.

2.4 Observações comportamentais

Os registros comportamentais dos animais foram obtidos com dois métodos distintos. O primeiro consistiu na observação da postura corporal (em pé) e da atividade ruminção, adotando-se a rota de amostragem animal focal com registros instantâneos, usando intervalo amostral de 15 minutos. Com base nisso foi estimado o tempo despendido por animal para cada um dos comportamentos. No tempo disponível entre cada registro foram realizadas amostragens do comportamento com registro contínuo em períodos de sete minutos e meio (7'30”), registrando-se as categorias comportamentais de monta (animal salta, retirando os membros torácicos

do chão, colocando-os sobre o corpo de outro animal, independentemente se este permanece imóvel durante esta ação) e brigas (quando dois animais apresentam interação social com contato físico, envolvendo as subcategorias bater e empurrar vigorosamente com a cabeça ou chifre, forçando os membros torácicos no chão) (adaptado de Welfare Quality, 2009). Os métodos de observação e medida do comportamento foram definidos de acordo com Martin e Bateson (2000).

Os animais foram identificados com números, pintados em ambos os lados do corpo, com tinta branca atóxica, imediatamente após o desembarque.

2.5 Indicadores fisiológicos

Foram avaliados cinco indicadores fisiológicos, quais sejam: (1) creatina fosfoquinase (CPK); (2) ácidos graxos não esterificados (NEFA); (3) β -hidroxibutirato (β OHB); (4) glicose e; (5) cortisol.

A coleta de sangue foi realizada por venopunção jugular, nas diferentes etapas prévias ao abate, a saber: durante a pesagem na fazenda – A (valores basais); imediatamente após o desembarque no frigorífico – B (efeito do transporte); após o tempo de espera – C (efeito da espera) e durante a sangria – D (efeito do manejo final). Para a coleta de sangue foram utilizados tubos com heparina como anticoagulante e as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 minutos, imediatamente após a sua extração e, para cada animal, prepararam-se dois tubos “ependorf” contendo plasma.

As amostras que foram retiradas para as análises de glicose, CPK, NEFA e β OHB foram resfriadas e enviadas ao DILAVE - Rubino, “Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca” (MGAP), onde as análises foram realizadas.

O CPK foi analisado pelo método CK liqui de NAC UV, teste líquido para determinação de creatina quinase (EC 2.7.3.2.) ativou por NAC e mediu através de espectrofotômetro a 340 nm. Os resultados são expressos em U/L.

Para a análise de NEFA foi utilizado o método ACS-ACOD (oxidase de sintetasa-acil-CoA de acil-CoA). Foram utilizados os equipamentos (refs. 999-34691,

995-34791, 991-34891 y 993-35191) TK 365, TK 366, TK 367 y TK 368 laboratorio WAKO. Este método foi adaptado para uso em um VITALAB Selectra 2 Autoanalyzer. Os resultados são expressos em mmol/L.

O β OHB foi analisado com o método de oxidação de D-3-hidroxi butirato em acetoacetato pela enzima 3-hidroxi butirato de dehydrogenase. Como uma consequência, NAD⁺ é reduzido a NADH e absorvência a 340 nm. Foram utilizados os equipamentos RANDOX laboratório (ref. RB 1008) - 094293 em um VITALAB Selectra 2 autoanalyzer. Os resultados são expressos em mmol/L.

Para a determinação do cortisol, o segundo tubo “eppendorf” com plasma foi congelado e enviado ao Laboratório de Técnicas Nucleares da Faculdade de Veterinária – UDELAR, Uruguai. As concentrações de cortisol foram determinadas por um radioimunoensaio (RIA) em fase sólida utilizando-se kits de Siemens (Siemens Healthcare Diagnostics Inc.). A concentração mínima detectável dos ensaios foi de 14,62 nmol/L. Os coeficientes de variação intra ensaio para controles baixos (28,69 nmol/L) e médios (126,64 nmol/L) foram 14% e 9%, respectivamente.

2.6 Análises estatísticas

Análises exploratórias e confirmatórias foram realizadas utilizando-se o Excel e os programas estatísticos SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2007) e Statistica, e os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando $P < 0,05$.

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para descrever a relação entre o comportamento e os indicadores fisiológicos de estresse e foi realizada admitindo-se o critério de Kaiser (Hair et al., 1998). As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Statsoft Statistica versão 7.1. A PCA é um método que combina todas as variáveis de uma matriz de dados para identificar associações entre si e, com base nos resultados, gera índices que são os componentes principais que descrevem a variação presente nos dados (Manly, 2008).

2.6.1 Temperamento

Foram realizadas análises de regressões, utilizando-se o procedimento REG do SAS, para verificar os efeitos do temperamento sobre as variáveis fisiológicas nas diferentes etapas, dentro de cada tratamento.

2.6.2 Comportamento

Primeiramente foram realizadas análises descritivas de frequência das variáveis postura corporal em pé e ruminação (PE e RU, respectivamente), a fim de caracterizar a amostra.

Com o intuito de avaliar a influência dos tratamentos (três ou 12 horas de espera) sobre a estimativa de tempo em cada comportamento dos animais (postura corporal em pé ou ruminação) foram realizadas análises, utilizando o procedimento GLM do SAS, baseado no método dos quadrados mínimos, que incluíram os efeitos de tratamento, curral e hora. Adicionalmente, as médias ajustadas ao modelo descrito anteriormente, foram dispostas em gráficos para demonstrar a existência ou não de diferenças por horário do dia e tratamento.

2.6.3 Indicadores fisiológicos

Para verificar a distribuição dos dados das variáveis de indicadores fisiológicos de estresse (CPK, NEFA, β OHB, glicose, cortisol), os resíduos foram testados utilizando o procedimento GLIMMIX do SAS. Posteriormente, foi atribuído o mesmo procedimento estatístico para analisar o efeito do tempo de espera sobre as variáveis citadas anteriormente, com o uso do método da máxima verossimilhança restrita. Apenas para glicose foi utilizado o método da pseudo verossimilhança residual. O modelo utilizado foi:

$$y = \mu + \alpha.TE + \beta.E + \delta.A(PAR) + \varepsilon$$

onde:

y são as variáveis analisadas (CPK, NEFA, β OHB, glicose, cortisol)

μ é a média da variável y

α é o efeito do tempo de espera TE

β é o efeito da etapa E

δ é o efeito aleatório do animal A dentro da parcela PAR

ε é o erro experimental

As variáveis CPK, β OHB e glicose não apresentaram distribuição normal, de forma que CPK e β OHB foram analisadas considerando-se uma distribuição logarítmica; e glicose com uma distribuição inversa de Gauss.

As médias foram comparadas pelo procedimento LSMEANS (SAS Inst Inc., Cary, NC, 2007), o qual estima as diferenças mínimas quadráticas entre os efeitos analisados. Uma probabilidade de erro tipo I (α) pré-determinada de 0,05 foi usada para julgamentos para significância estatística.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da análise de componentes principais são apresentados na Tabela 2, onde estão descritas 11 variáveis, distribuídas em quatro componentes com autovalores superiores a 1, admitindo o critério de Kaiser (Hair et al., 1998). O primeiro fator explicou 39,30% da variação total dos dados. Percebe-se neste componente que os comportamentos (postura em pé, deitado, ruminando, ruminando em pé e ruminando deitado) foram altamente correlacionados com o cortisol (Figura 1). Com 17,88% da variância, o segundo componente agrupa os ácidos graxos não-esterificados, o β -hidroxibutirato e a glicose, caracterizando, principalmente, os indicadores relacionados ao estado nutricional. Enquanto o terceiro componente representou 15,97% da variância total, caracterizando a

creatina fosfoquinase e o quarto componente principal, com variância de 9,78% do total, caracterizando o Tindex.

Tabela 2. Cargas de cada variável nos quatro primeiros componentes principais (CP1 a CP4)

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4
PE	0,91	0,09	0,08	0,19
DE	-0,91	-0,09	-0,08	-0,19
RU	0,69	0,06	0,26	-0,26
RP	0,69	0,19	-0,65	0,01
RD	-0,69	-0,19	0,65	-0,01
CPK	-0,02	0,37	0,71	0,09
NEFA	-0,59	0,69	-0,27	0,01
GLICOSE	0,54	0,55	0,30	-0,30
βOHB	-0,21	0,93	0,05	-0,11
CORT	-0,71	0,29	-0,33	0,31
TINDEX	0,22	0,13	0,22	0,85
Autovalores	4,32	1,97	1,76	1,08
% da variância total	39,30	17,88	15,97	9,78

PE – Em pé; DE – Deitado; RU – Ruminando; RP – Ruminando em pé; RD – Ruminando deitado; CPK – creatina fosfoquinase; NEFA – Ácidos graxos não esterificados; βOHB – β-hidroxibutirato; CORT – Cortisol; TINDEX – Índice de temperamento.

Na Figura 1 estão representadas as projeções das variáveis no plano dos dois primeiros componentes principais. No componente 1 pode-se observar forte relação entre a postura corporal em pé e a ruminação, e associação negativa entre estas e o cortisol (variáveis que estão próximas ao eixo X). No componente 2 há uma importante relação positiva entre os ácidos graxos não esterificados e o β-hidroxibutirato e em menor intensidade com a glicose (eixo Y).

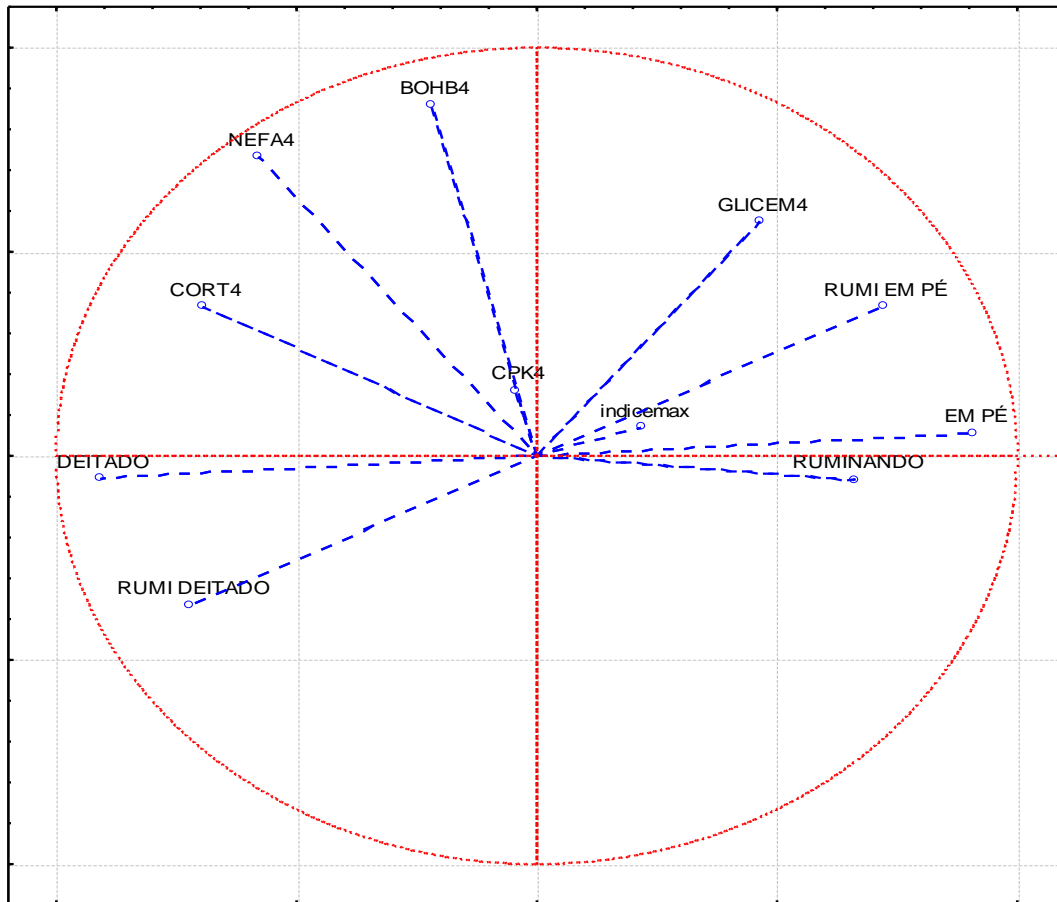


Figura 1. Diagrama das cargas para os comportamentos e indicadores fisiológicos de estresse no primeiro e no segundo componentes principais.

RUMI EM PÉ – Ruminando em pé; RUMI DEITADO – Ruminando deitado; CPK4 – creatina fosfoquinase medida na sangria; NEFA4 – Ácidos graxos não esterificados medido na sangria; BOHB4 – β -hidroxibutirato medido na sangria; CORT4 – Cortisol medido na sangria; GLICEM4 – Glicose medido na sangria; indicemax – Índice de temperamento

Na Figura 2, é apresentada a distribuição dos animais dentro dos dois primeiros componentes principais. Observa-se que os animais dos diferentes tratamentos (tratamento 1 – 12 horas de espera e tratamento 2 – três horas de espera) estão concentrados em lados opostos, mostrando uma separação importante entre eles.

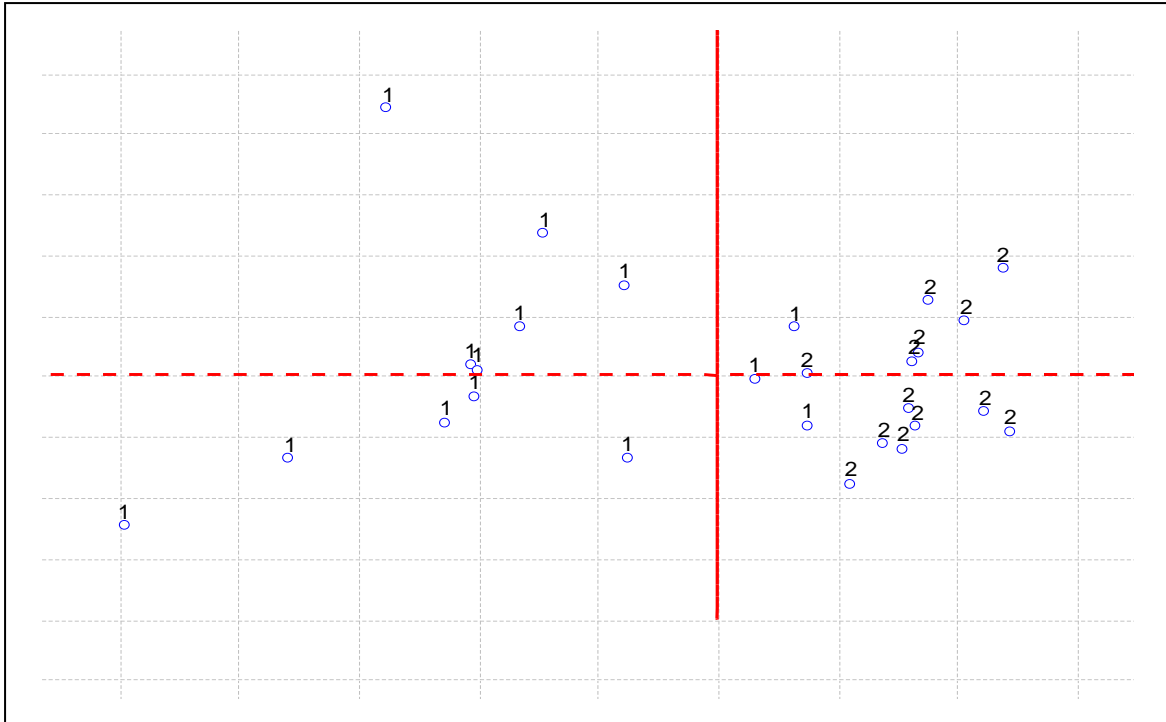


Figura 2. Distribuição dos animais com base nos indicadores comportamentais e fisiológicos no primeiro e no segundo componentes principais.

Considerando as informações apresentadas nas Figuras 1 e 2 e sobrepondo-as, é possível notar que as variáveis que estão situadas à direita do componente principal 1 – eixo X (ruminando, postura em pé e ruminando em pé) sofreram forte influência do tratamento de três horas de espera (tratamento 2), enquanto as variáveis: postura corporal deitado, ruminando deitado e cortisol, localizadas à esquerda do componente 1, sofreram maior influência do tratamento de 12 horas na espera (tratamento 1).

3.1 Temperamento

Com o intuito de verificar se havia efeito do temperamento sobre as variáveis fisiológicas foram realizadas regressões considerando todos os indicadores fisiológicos nas diferentes etapas pré-abate em que foram medidos. O temperamento não teve efeito sobre nenhuma das variáveis fisiológicas avaliadas, nas diferentes etapas ($P > 0,05$).

Neste estudo, não houve grande variabilidade entre os animais no que diz respeito ao índice de temperamento. Os animais foram criados juntos durante todo o processo produtivo na fazenda e sempre que os animais eram manipulados foram consideradas as boas práticas de manejo. Além disso, é importante considerar que todos os animais utilizados neste estudo são da raça Hereford que, segundo Stricklin et al. (1980) são tidos como os mais dóceis quando comparados às outras raças de origem Britânica. Para Boivin et al. (1994), os animais mais calmos são menos suscetíveis ao estresse provocado pelas práticas de manejo onde há a presença de humanos.

Apesar do temperamento não ter influenciado nas variáveis fisiológicas analisadas, deve-se atentar para o fato de que o temperamento é um ponto muito importante a ser considerado quando se trabalha com animais mais estressáveis.

3.2 Comportamento

Na Figura 3 são apresentadas as evoluções das frequências de observações de postura (em pé) para os dois tempos de espera. Houve efeito de tratamento ($P < 0,0001$), curral ($P = 0,0027$) e hora ($P < 0,0001$) na frequência de observações de postura em pé.

As primeiras horas no frigorífico são importantes, pois os animais estão em um ambiente novo e rico em estímulos. É nesse momento que eles ficam mais atentos e exploram o novo ambiente até que estejam mais habituados a este.

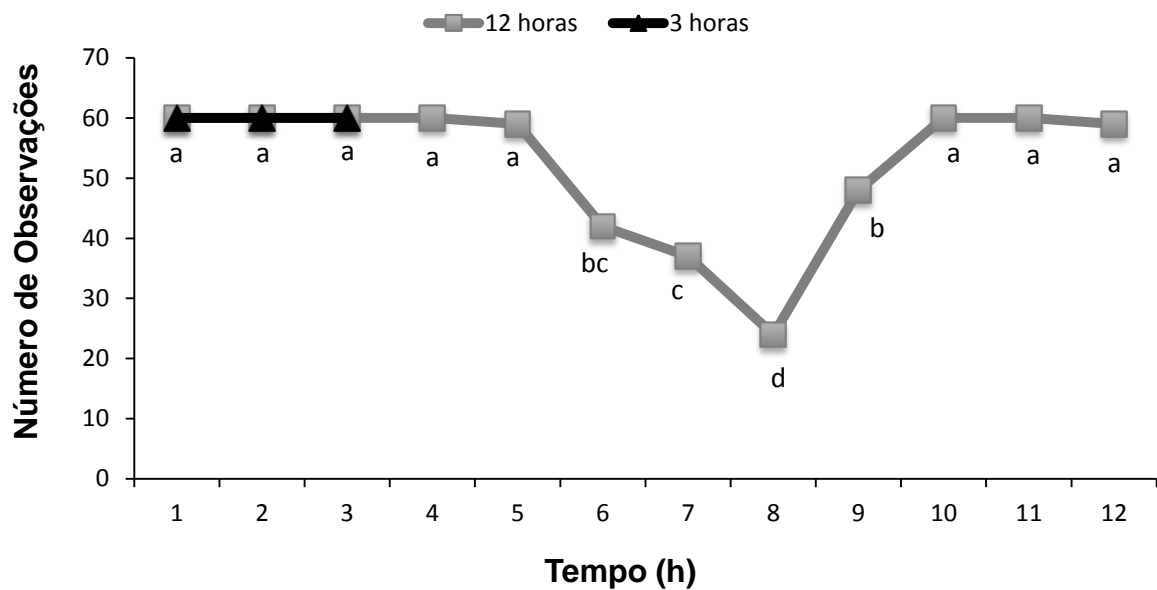


Figura 3. Evolução das frequências de observações de postura (em pé) em função dos tratamentos ao longo do tempo de permanência dos animais nos currais do frigorífico.

Letras diferentes (a, b, c, d) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre horas em cada tratamento.

É possível observar que os animais do tratamento de três horas de espera, permaneceram todo o tempo em pé, desde a sua chegada até o abate. Nas três primeiras horas de espera, os animais do tratamento 1 (12 horas) também permaneceram em pé. Somente a partir da quinta hora, é possível observar o início de uma mudança na postura dos animais, quando estes passam a deitar-se. Após 8 horas há o pico de mudança de postura, com a maior frequência de observações de animais deitados. No entanto, logo depois os animais se levantam e voltam a ficar de pé, permanecendo nessa postura até o final do período de espera. Este último resultado encontrado para os animais do tratamento de 12 horas pode ser explicado pelo fato de que, nas horas finais da espera deste grupo, os trabalhos diários do frigorífico estavam iniciando, caracterizando condições de maior movimentação nas proximidades dos currais.

Para a frequência de observações de ruminação houve efeito de tratamento ($P < 0,0001$) e de hora ($P = 0,0016$). Não houve efeito para curral ($P = 0,1443$). A evolução das frequências de observações de ruminação é apresentada na Figura 4.

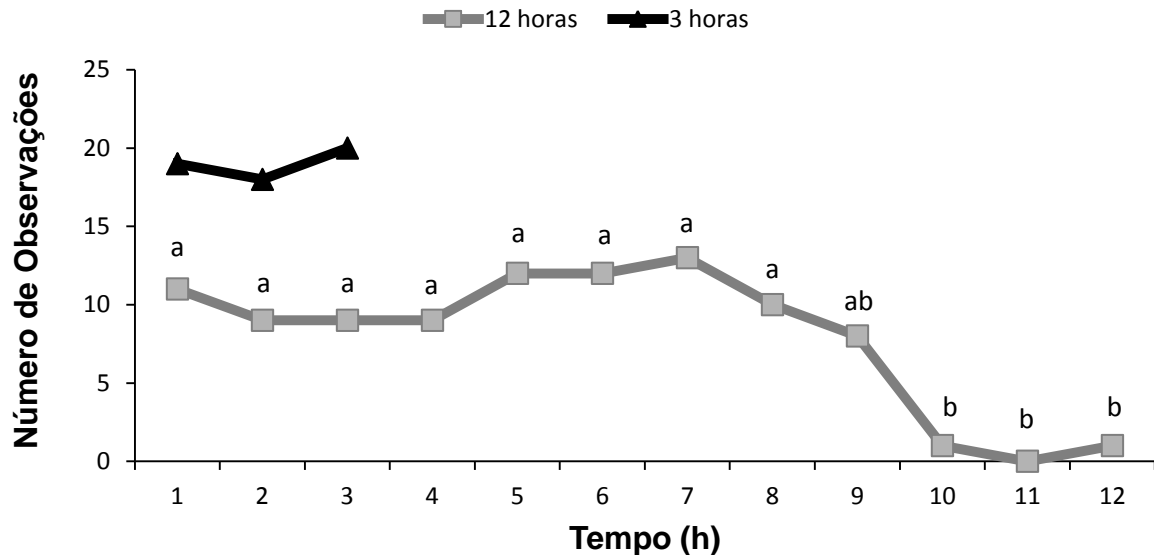


Figura 4. Evolução das frequências de observações de ruminação em função dos tratamentos ao longo do tempo de permanência dos animais nos currais do frigorífico.

Letras diferentes (a, b) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre horas em cada tratamento.

No tratamento de espera mais longa, é possível verificar a evolução desse comportamento no decorrer das 12 horas. A frequência de ruminação neste tratamento foi menor do que a observada para o tratamento de espera curta nas três primeiras horas. A ruminação aumenta entre as horas quatro e sete da espera, logo após começa a diminuir gradualmente até chegar às 10 horas de espera no curral, provavelmente pelo mesmo motivo exposto anteriormente de aumento de movimentação no frigorífico.

A diferença na frequência de ruminação entre os animais dos dois tratamentos pode ter sido influenciada pelo último horário de alimentação dos

animais, uma vez que os animais dos diferentes tratamentos foram agrupados em distintos horários no curral da fazenda, antes do embarque dos mesmos.

Na Figura 5 são apresentadas as ocorrências de montas e brigas ao longo de 12 horas para o tratamento 1 e de três horas para o tratamento 2. Houve diferença ($P < 0,05$) entre tratamentos nas três primeiras horas de espera.

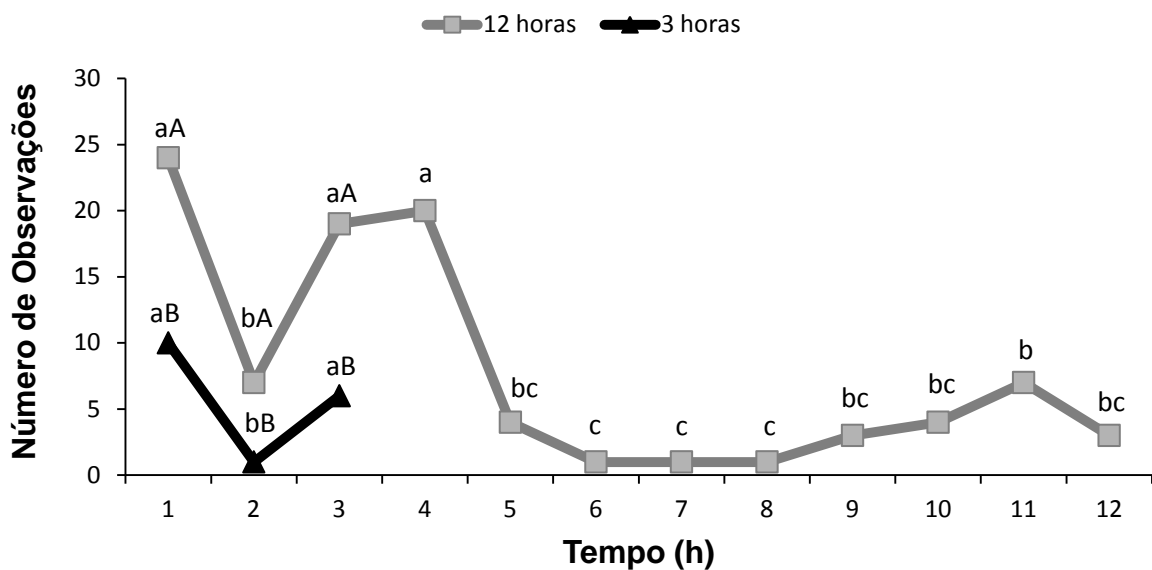


Figura 5. Evolução do número de observações de montas e brigas em função dos tratamentos ao longo do tempo de permanência dos animais nos currais do frigorífico.

Letras diferentes (a, b) e (A, B) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre horas em cada tratamento e entre tratamentos em uma mesma hora, respectivamente.

No tratamento de 12 horas de espera, 25,53% das montas e brigas ocorreram na primeira hora em que os animais chegaram ao curral. Essa porcentagem diminuiu ($P < 0,05$) na segunda hora (7,45%), mas voltou a aumentar nas horas três e quatro (20,21% e 21,28%, respectivamente).

A partir da quinta hora de espera, a porcentagem de montas e brigas diminuiu ($P < 0,05$), até que às 6 horas chegou a 1,06%, permanecendo nessa média até às 8 horas de espera. A partir desse momento, a porcentagem de montas e brigas volta

a crescer moderadamente e às 11 horas chega a 7,45%, caindo novamente às 12 horas.

No tratamento de espera mais curta (três horas), 58,82% das montas e brigas aconteceram na primeira hora. Houve uma queda brusca na segunda hora, com apenas 5,88% das observações deste comportamento e às três horas, a porcentagem aumentou e chegou a 35,30%. Mas como é possível observar na Figura 5, as frequências são menores ($P < 0,05$) neste grupo quando comparado à espera longa. Em um estudo realizado por Warriss et al. (1984), após a mistura dos animais ao chegarem ao frigorífico, a atividade de montas e brigas pareceu aumentar ligeiramente ao longo das primeiras oito horas e, em seguida, começou a diminuir. É provável que o maior tempo na realização desta atividade observado no trabalho realizado por Warriss et al. (1984) seja devido à mistura de animais desconhecidos, o que não aconteceu no presente estudo.

3.3 Indicadores fisiológicos

3.3.1 CPK

A creatina fosfoquinase é uma enzima específica do músculo e sua atividade no sangue pode ser utilizada como indicadora de dano muscular (Lefebvre et al., 1996).

Em relação aos dados deste indicador, não foi encontrado efeito para tratamento ($P=0,6821$), nem para a interação tratamento e etapa ($P=0,0971$). Por outro lado, verificou-se efeito de etapa ($P < 0,0001$). Esses resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados médios (\pm EP) de CPK ($\log n^*$) nas diferentes etapas pré-abate para cada tratamento

	CPK (U/L)							
	Valor Basal		Após Transporte		Após Espera		Sangria	
	Média	$\log n$	Média	$\log n$	Média	$\log n$	Média	$\log n$
T1	137 \pm 0,1	4,9 ^{ca} \pm 0,1	235 \pm 0,1	5,6 ^{ba} \pm 0,1	226 \pm 0,1	5,6 ^{ba} \pm 0,1	365 \pm 0,1	6,1 ^{aA} \pm 0,1
T2	129 \pm 0,1	4,8 ^{da} \pm 0,1	237 \pm 0,1	5,4 ^{ca} \pm 0,1	291 \pm 0,1	5,7 ^{ba} \pm 0,1	513 \pm 0,1	6,1 ^{aA} \pm 0,1

$\log n^*$: Foi utilizada a distribuição logarítmica para a realização da análise estatística.

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

Ao estudarmos a evolução do CPK nas diferentes etapas pré-abate é possível observar que há um aumento deste indicador ao longo do tempo (Figura 6).

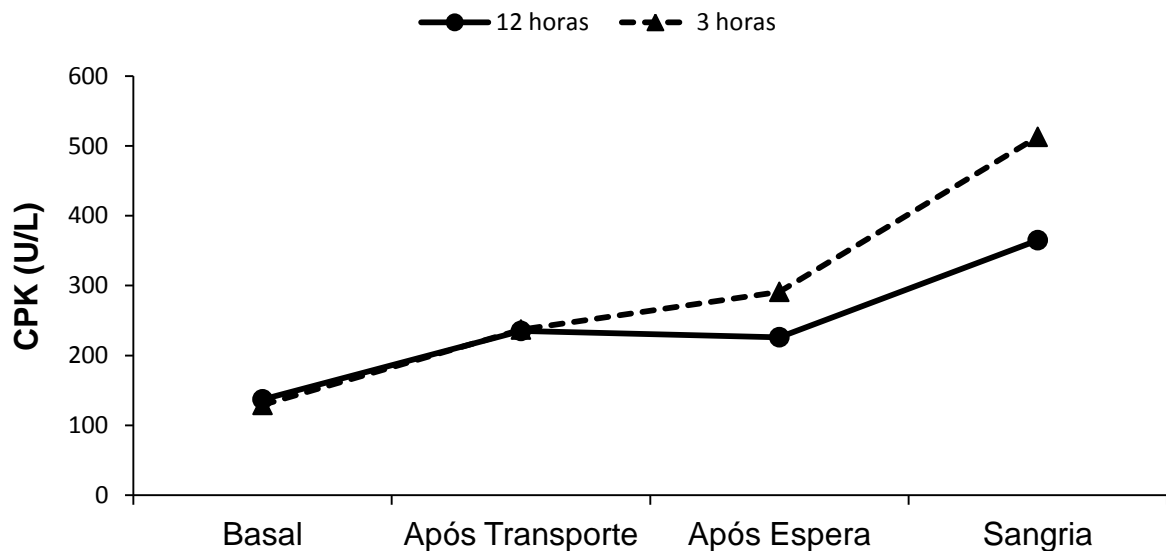


Figura 6. Evolução de CPK ao longo do manejo pré-abate em função dos tratamentos avaliados.

Letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

O transporte foi um fator de incremento de creatina fosfoquinase, assim como os momentos finais até a sangria. As concentrações de CPK aumentaram ($P < 0,05$) após o transporte, em relação aos valores basais, em ambos os grupos de abate. Outros autores (Van de Water et al., 2003; Grigor et al., 2004; Tadich et al., 2005; Earley et al., 2012) também observaram aumento deste indicador após o transporte. Em estudo realizado por Ekiz et al. (2012) houve aumento significativo nos níveis de CPK de cordeiros após transporte de 75 min. A atividade de CPK pode aumentar como resultado dos manejos de embarque, desembarque e durante a viagem, quando o animal necessita manter o equilíbrio dentro do caminhão em movimento.

Apesar de não haver diferença entre tratamentos, é interessante observar que no tratamento de 12 horas, o CPK foi mantido em relação à mensuração realizada após o transporte. Enquanto isso, no grupo que permaneceu três horas em espera, a concentração deste indicador aumentou ($P < 0,05$). Resultado semelhante foi apresentado por Grigor et al., (2004). No entanto, contrapõe o que foi encontrado nos trabalhos realizados por Tadich et al. (2005) e del Campo (2008), onde o CPK não aumentou após diferentes tempos de espera no frigorífico .

O aumento das concentrações de CPK no grupo de três horas de espera pode ser reflexo da alta frequência de montas e brigas durante as primeiras horas no frigorífico. Apesar de ter sido observada alta frequência desse comportamento também para os animais do grupo de 12 horas de espera, esses animais tiveram maior tempo para se recuperar antes do abate.

O manejo realizado antes do abate teve efeito ($P < 0,05$) sobre as concentrações de CPK nos dois grupos, concordando com o resultado obtido por Cockram e Corley (1991). Este efeito pode ser explicado pelo aumento de exercício físico durante essa etapa, em que os animais são deslocados dos currais para o boxe de insensibilização.

3.3.2 NEFA e β OHB

Foram encontrados efeitos de tratamento, etapa e a interação entre eles, para os ácidos graxos não esterificados ($P = 0,0002$; $P < 0,0001$; $P < 0,0001$,

respectivamente). Na Tabela 4 é possível observar que os animais do tratamento de 12 horas de espera apresentaram maiores valores de NEFA que os animais do grupo de três horas nas medidas realizadas após o transporte, após a espera e na sangria ($P < 0,05$).

Tabela 4. Resultados médios (\pm EP) de NEFA nas diferentes etapas pré-abate para cada tratamento

NEFA (mmol/L)	Valor basal	Após transporte	Após espera	Sangria
T1 – 12 horas	0,29 ^{dA} \pm 0,04	0,61 ^{bA} \pm 0,03	0,76 ^{aA} \pm 0,03	0,46 ^{cA} \pm 0,03
T2 – 3 horas	0,32 ^{bA} \pm 0,04	0,44 ^{aB} \pm 0,03	0,49 ^{aB} \pm 0,03	0,26 ^{bB} \pm 0,03

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

Houve aumento de NEFA para os dois grupos de animais após o transporte. Resultados semelhantes foram encontrados por Warriss et al. (1995); del Campo (2008) e Earley et al. (2012), que relataram que o transporte foi associado com o aumento da concentração de ácidos graxos não esterificados no sangue. A diferença observada entre tratamentos após o transporte é reforçada pela informação relacionada à ruminação dos animais, quando aqueles do grupo de três horas de espera, apresentaram uma frequência de ruminação superior aos animais do tratamento de espera mais longa.

Essa diferença entre tratamentos, novamente foi observada após a espera nos currais do frigorífico com o aumento de NEFA no grupo de espera mais longa, confirmando o que foi encontrado por del Campo (2008). Essa informação nos mostra que o jejum ao qual esses animais foram submetidos causou maior mobilização das reservas energéticas. Para Shaw e Tume (1992), o NEFA pode aumentar durante condições de restrição alimentar com a mobilização das reservas de gordura na tentativa de suprir as necessidades energéticas do organismo, no entanto, também pode aumentar como resultado à liberação de catecolaminas após estresse agudo. Em estudo realizado por Cockram e Corley (1991) os animais que foram mantidos durante a noite no curral do frigorífico apresentaram maior

concentração de NEFA na etapa da sangria, que os animais abatidos no dia de chegada (0,39 e 0,31 mmol/L, respectivamente). Resultado semelhante foi encontrado por Jarvis et al. (1996) onde observou-se efeito significativo da espera durante a noite em comparação com o abate realizado no dia da chegada no frigorífico, sobre a concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados com médias de 0,38 mmol/L para os animais de espera mais longa e 0,27 mmol/L para os animais que permaneceram no frigorífico por menos tempo.

Para o β OHB não houve efeito de tratamento e da interação entre tratamento e etapa ($P=0,1566$; $P=0,8217$, respectivamente), mas houve efeito de etapa ($P<0,0001$). Os resultados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados médios (\pm EP) de β OHB (logn) nas diferentes etapas pré-abate para cada tratamento

	β OHB (mmol/L)							
	Valor Basal		Após Transporte		Após Espera		Sangria	
	Média	logn	Média	logn	Média	logn	Média	logn
T1	0,14 \pm 0,6	-2,0 ^{bA} \pm 0,7	0,31 \pm 0,6	-1,2 ^{aA} \pm 0,6	0,30 \pm 0,6	-1,2 ^{aA} \pm 0,6	0,29 \pm 0,6	-1,3 ^{aA} \pm 0,6
T2	0,13 \pm 0,5	-2,1 ^{cA} \pm 0,7	0,31 \pm 0,5	-1,2 ^{aA} \pm 0,6	0,27 \pm 0,5	-1,3 ^{abA} \pm 0,6	0,25 \pm 0,5	-1,4 ^{bA} \pm 0,6

logn*: Foi utilizada a distribuição logarítmica para a realização da análise estatística.

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P<0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

Os distintos tempos de espera não afetaram a concentração de β OHB, mas pode-se observar que os animais de ambos os tratamentos apresentaram aumento deste indicador após o transporte, em comparação à medida realizada na fazenda (valores basais), concordando com o que foi observado também para NEFA.

O β OHB é um corpo cetônico resultado da metabolização dos ácidos graxos não esterificados pelo organismo. Ele é produzido quando o fígado chega ao limite de sua capacidade em oxidar o NEFA resultante da mobilização das reservas

energéticas. Assim, provavelmente, o jejum não foi longo o suficiente para refletir na resposta de β OHB determinando diferenças entre os grupos de abate.

3.3.3 Glicose e Cortisol

Analisando-se os dados de glicose (Tabela 6), não foi observado efeito de tratamento ($P=0,3835$). No entanto, a etapa e a interação entre tratamento e etapa foram significativos ($P<0,0001$ e $P<0,0001$, respectivamente).

Tabela 6. Resultados médios (\pm EP) de glicose (ig*) nas diferentes etapas pré-abate para cada tratamento

	Glicose (mmol/L)							
	Valor Basal		Após Transporte		Após Espera		Sangria	
	Média	ig	Média	ig	Média	ig	Média	ig
T1	4,6 \pm 0,1	4,5 ^{cA} \pm 0,001	5,9 \pm 0,2	5,9 ^{bA} \pm 0,001	5,9 \pm 0,2	5,9 ^{bA} \pm 0,001	8,0 \pm 0,3	7,8 ^{aB} \pm 0,001
T2	4,3 \pm 0,1	4,3 ^{cB} \pm 0,002	6,3 \pm 0,2	6,2 ^{bA} \pm 0,001	6,2 \pm 0,2	6,2 ^{bA} \pm 0,001	10,8 \pm 0,6	10,4 ^{aA} \pm 0,001

ig*: Foi utilizada a distribuição inversa gaussiana para a realização da análise estatística. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P<0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

É importante notar o incremento de glicose após o transporte ($P<0,05$) e o aumento ($P<0,05$) deste indicador na medida realizada durante a sangria (Figura 7).

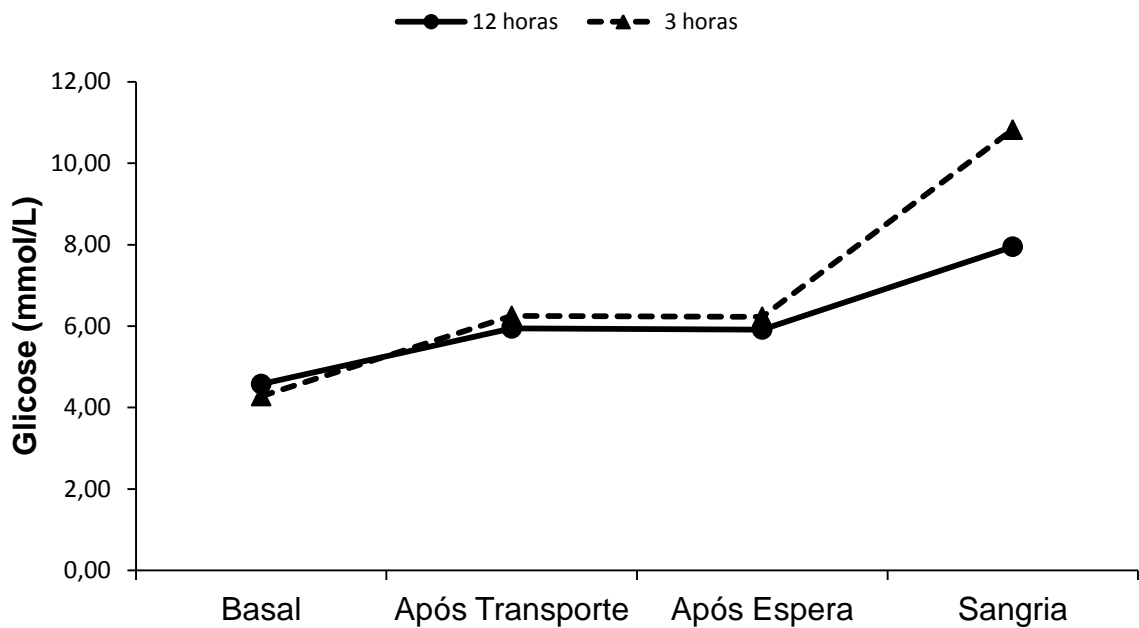


Figura 7. Evolução da glicose ao longo do manejo pré-abate em função dos tratamentos avaliados.

Letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P < 0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

De forma semelhante aos resultados encontrados neste trabalho, Ekiz et al. (2012), em estudo realizado com cordeiros, observaram aumento nas concentrações de glicose após o transporte e durante a sangria em comparação com os valores basais. Assim como os resultados obtidos por Ekiz et al. (2012), Cockram e Corley (1991) afirmaram que os procedimentos de manejo antes da sangria são estressantes para os animais. Para Gregory (1996), a hiperglicemia observada durante o estresse físico e psicológico pode ser explicada de duas formas. A primeira, através da ativação da glicólise muscular em função do exercício físico, aumentando a utilização de ATP e a segunda, por meio dos estressores adrenérgicos que facilitam a glicólise, melhorando a disponibilidade de glicose.

Também foram observadas maiores ($P < 0,05$) concentrações plasmáticas de glicose, durante a sangria, para os animais do tratamento de apenas três horas de espera. Resultado semelhante foi encontrado por Jarvis et al. (1996), onde bovinos abatidos no dia da chegada no frigorífico apresentaram concentração de glicose maior que animais mantidos em espera durante a noite. Da mesma maneira, Ekiz et

al. (2012) observaram que as concentrações de glicose foram significativamente maiores na sangria, em relação aos valores basais, em um grupo de cordeiros que permaneceu por 30 minutos em espera, comparados aos animais que ficaram 18 horas em currais no frigorífico.

A evolução da concentração do cortisol nas etapas pré-abate é apresentada na Tabela 7. Houve efeito do tratamento ($P=0,0046$), da etapa (de coleta de sangue) ($P=0,0012$) e efeito entre tratamento e etapa ($P<0,0001$) para este indicador.

Tabela 7. Resultados médios (\pm EP) de cortisol nas diferentes etapas pré-abate para cada tratamento

Cortisol (nm/L)	Valor basal	Após transporte	Após espera	Sangria
T1 – 12 horas	41,66 ^{bA} \pm 0,26	40,28 ^{bA} \pm 0,25	55,18 ^{bA} \pm 0,25	96,01 ^{aA} \pm 0,25
T2 – 3 horas	31,18 ^{bA} \pm 0,27	53,80 ^{aA} \pm 0,26	42,21 ^{abA} \pm 0,25	31,73 ^{bB} \pm 0,25

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha (a, b) ou na mesma coluna (A, B) representam diferença significativa ($P<0,05$) entre etapas e entre tratamentos, respectivamente.

Para as medidas realizadas após o transporte e após a espera não houve diferença significativa entre tratamentos. Após o transporte os dois grupos de animais se comportaram de forma distinta em relação à concentração de cortisol. Um dos grupos (12 horas de espera) não foi afetado pelo transporte ($P>0,05$) e se manteve com os níveis basais de cortisol até depois da espera. Porém, durante a etapa da sangria mostrou um aumento ($P<0,05$) desse indicador fisiológico. O outro grupo de animais apresentou aumento nos níveis de cortisol ($P<0,05$) logo após o transporte, no entanto, a partir da espera no frigorífico, esses valores começaram a diminuir chegando aos níveis basais. Ekiz et al. (2012) estudando cordeiros observaram que após o transporte os animais apresentavam maiores concentrações de cortisol, considerando um transporte de 75 minutos. Van de Water et al. (2003), Grigor et al. (2004) e de La Fuente et al. (2012) também encontraram maiores concentrações de cortisol após o transporte, como resultado de um conjunto de situações de estresse. Enquanto estes autores relataram níveis mais altos de cortisol após o transporte, del Campo (2008) não encontrou efeito desta etapa do manejo pré-abate sobre esse indicador.

Não houve diferença ($P>0,05$) na concentração plasmática de cortisol entre os dois tempos de espera avaliados neste estudo. Esse resultado concorda com o que foi observado por del Campo (2008) em estudo comparando três e 15 horas de espera no frigorífico. No entanto, Leme et al. (2012) apresentaram que animais que estiveram uma hora em espera para o abate mostraram maiores valores de cortisol, quando comparados a animais que permaneceram em espera por três horas. Já Grigor et al. (2004) encontraram que após 1,5 horas de espera, a concentração de cortisol havia retornado aos valores basais.

Apenas o grupo de animais que esteve em currais de espera por 12 horas apresentou aumento ($P<0,05$) nas concentrações de cortisol na medida realizada durante a sangria. Este aumento pode ser explicado pelo estresse aditivo nesta última etapa antes do abate. Os animais são encaminhados a um ambiente desconhecido e, muitas vezes, o manejo é acelerado. Cockram e Corley (1991) e Tadich et al. (2005) consideram que o aumento nas concentrações de cortisol observado nesta etapa é um reflexo do manejo de condução dos animais ao boxe de insensibilização.

Em síntese, as horas iniciais, após a chegada dos animais ao frigorífico, foram as mais críticas, pois estes permaneceram em pé e apresentaram alta frequência de montas e brigas, o que impossibilitou a recuperação eficiente do grupo que permaneceu três horas em espera. Os animais do tratamento de 12 horas de espera, apesar de apresentarem maiores concentrações de NEFA, permaneceram ruminando até nove horas após a chegada ao frigorífico. O temperamento não apresentou efeito sobre as variáveis fisiológicas estudadas.

4. Referências

- Boivin, X., P. Le Neindre, J. P. Garel, J. M. Chupin. 1994. Influence of breed and rearing management on cattle reactions during human handling. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39: 115-122.
- Broom, D. M., A. F. Fraser. 2007. Domestic animal behaviour and welfare. *Welfare assessment*. 4. ed. CAB International, Wallingford.

- Broom, D. M., C. F. M. Molento. 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - revisão. *Arch. Vet. Sci.* 9: 1-11.
- Burrow, H. M., G. W. Seifert, N. J. Cobert. 1988. A new technique for measuring temperament in cattle. *Aust. Soc. Anim. Prod.* 17: 154-157.
- Cockram, M. S., K. T. T. Corley. 1991. Effect of pre-slaughter handling on the behaviour and blood composition of beef cattle. *Brit. Vet. J.* 147: 444-454.
- de La Fuente, J., E. G. de Chavarri, M. Sanchez, C. Vieira, S. Lauzurica, M. T. Diaz, C. Perez. 2012. The effects of journey duration and space allowance on the behavioural and biochemical measurements of stress responses in suckling lambs during transport to an abattoir. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 142: 30-41.
- del Campo, M. 2008. El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.
- Earley, B., M. Murray, D. J. Prendiville, B. Pintado, C. Borque, E. Canali. 2012. The effect of transport by road and sea on physiology, immunity and behaviour of beef cattle. *Res. Vet. Sci.* 92: 531-541.
- Ekiz, B., E. E. Ekiz, O. Kocak, H. Yalcintan, A. Yilmaz. 2012. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Sci.* 90: 967-976.
- Gregory, N. G. 1996. Welfare and Hygiene during Preslaughter Handling. *Meat Sci.* 43: 35-46.
- Grigor, P. N., M. S. Cockram, W. B. Steele, J. McIntyre, C. L. Williams, I. E. Leushuis, C. G. van Reenen. 2004. A comparison of the welfare and meat quality of veal calves slaughtered on the farm with those subjected to transportation and lairage. *Liv. Prod. Sci.* 91: 219-228.
- Hair, J. F., R. E. Anderson, R. L. Tatham, W. C. Black. 1998. *Multivariate Data Analysis*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Hearnshaw, H., C. A. Morris. 1984. Genetic and environmental effects on temperamento score in beef cattle. *Austr. J. Agr. Res.* 35 (n. 5): 723-733.
- Jarvis, A. M., D. W. J. Harrington, M. S. Cockram. 1996. Effect of source and lairage on some behavioural and biochemical measurements of feed restriction and dehydration in cattle at a slaughterhouse. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 50: 83-94.
- Leme, T. M. da C., E. A. L. Titto, C. G. Titto, C. C. B. Amadeu, P. Fantinato Neto, R. A. Vilela, A. M. F. Pereira. 2012. Influence of transportation methods and pre-slaughter rest periods on cortisol level in lambs. *Small Rum. Res.* 107: 8-11.

Manly, B. J. F. 2008. Métodos estatísticos multivariados: Uma introdução. Bookman, Porto Alegre.

Martin, P., R. Bateson. 2000. Measuring behaviour. Cambridge University Press. Cambridge.

Tadich, N., C. Gallo, H. Bustamante, M. Schwerter, G. van Schaik. 2005. Liv. Prod. Sci. 93: 223-233.

Saaty, T. L. 1980. Analytic Hierarchy Pocess. Ed. McGrawHill, New York.

Shaw, F. D., R. K. Tume. 1992. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents - A review of recent work. Meat Sci. 32: 311-329.

Stricklin, W. R., C. E. Heisler, L. L. Wilson. 1980. Heritability of temperament in beef cattle. J. Anim. Sci. 5 (supl. 1): 109-110.

Van de Water, G., F. Verjans, R. Geers. 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. Liv. Prod. Sci. 82: 171-179.

Warriss, P. D., S. C. Kestin, S. N. Brown, L. J. Wilkins. 1984. The Time Required for Recovery from Mixing Stress in Young Bulls and the Prevention of Dark Cutting Beef. Meat Sci. 10: 53-68.

Warris, P. D., S. N. Brown, T. G. Knowles, S. C. Kestin, J. E. Edwards, S. K. Dolan, A. J. Phillip. 1995. Effect on cattle of transport by road for up to 15 hours. Vet. Rec. 136: 319-323.

Welfare Quality. 2009. Welfare Quality® Assessment Protocol for Cattle. Welfare Quality® consortium, Lelystad, The Netherlands.

CAPÍTULO 3 – Tempo de espera em currais de frigorífico e a qualidade da carne bovina

F. O. Costa^{*}, M. del Campo[†], G. Brito[†], J. M. Soares de Lima[†], M. J. R. Paranhos da Costa[‡]

^{*}Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, FCAV, Universidade Estadual Paulista, 14.884-900 Jaboticabal, Brasil. [†]Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Tacuarembó, Ruta 5 Km 386, 45000, Uruguay. [‡]Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal, Departamento de Zootecnia, Departamento de Zootecnia, FCAV, Universidade Estadual Paulista, 14.884-900, Jaboticabal, Brasil.

Artigo preparado de acordo com as normas da revista “Journal of Animal Science”.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito de dois tempos de espera prévios ao abate sobre a qualidade da carne de bovinos. O trabalho foi desenvolvido no Uruguai onde 30 novilhos castrados da raça Hereford, de três anos de idade, foram agrupados aleatoriamente em dois tratamentos, de acordo com o tempo de espera nos currais do frigorífico: 12 horas (tratamento 1; n=15) e três horas (tratamento 2; n=15). Os animais foram abatidos quando pesavam, em média, 500 Kg de peso vivo, em um frigorífico comercial, que segue padrões de bem-estar animal e que está habilitado para a exportação. Durante a fase de campo, o temperamento dos animais foi avaliado utilizando-se três medidas (tempo de saída, escore de tronco e escore de saída) com as quais foi construído um índice que combina os três testes (Tindex). As medidas de pesos das carcaças quentes, grau de terminação, grau de conformação e dentição foram obtidas no frigorífico. As medidas de temperatura e pH da carne foram realizadas a 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 horas após o abate, no músculo *Longissimus* (LM). Além disso, 45 minutos *post mortem*, foram extraídas amostras do LM para determinar o conteúdo de glicogênio. Para as análises de cor e força de cisalhamento, amostras do LM foram maturadas, por um período de dois dias. A cor do músculo foi medida através dos parâmetros L*, a* e b* usando um colorímetro Minolta®. A maciez foi obtida por meio da força de cisalhamento (FC) de cada amostra usando um texturômetro. Foram aplicados os procedimentos CORR, REG, GLM e GLIMMIX do SAS para a análise dos dados. O pH não diferiu para os dois

tempos de espera aplicados, em nenhuma das horas avaliadas ($P>0,05$). Porém, verificou-se diferença entre os tratamentos ($P<0,05$) para o nível de glicogênio muscular com menores valores no grupo de três horas de espera. Apesar desse resultado, o pH não foi afetado, apresentando curva de declínio adequada para o não comprometimento do produto final. Além disso, o pH final encontrado nos dois tempos de espera avaliados apresentou-se dentro do padrão aceitável, que se caracteriza por valor entre 5,5 e 5,8. Os parâmetros L^* , a^* , b^* e a FC não diferiram entre tratamentos ($P>0,05$). Não houve efeito do temperamento dos animais sobre as variáveis consideradas neste estudo. Em síntese, não foram obtidas diferenças na qualidade da carne de bovinos entre os dois tempos de espera avaliados (12 e três horas).

Palavras-chave: bovinos, força de cisalhamento, glicogênio, manejo pré-abate, pH, temperamento

1. Introdução

O Uruguai é um país que tem sua economia baseada principalmente na exportação de carne, sendo reconhecido pela qualidade da carne produzida e por adotar sistemas de produção baseados no consumo de pasto (Montossi et al., 2008).

A fim de alcançar as exigências dos países importadores de carne, atenção especial deve ser dirigida ao manejo pré-abate, visto que esta é considerada uma etapa crítica na produção de bovinos de corte. A relevância desta pode ser explicada pela sua forte relação com a qualidade da carne (Warriss, 1990; Gregory, 1996; Ferguson e Warner, 2008).

Nesse contexto, o tempo de espera nos currais dos frigoríficos representa um desafio para os animais, pois eles têm de encontrar uma estratégia para lidar com uma variedade de fatores estressores, sejam eles físicos, climáticos, psicológicos e sociais (Gregory, 1996; Gallo et al., 2003; Mounier et al., 2006; Velarde e Dalmau, 2012). Além disso, o temperamento poderia ter efeito importante sobre a resposta de estresse dos animais frente às diferentes práticas de manejo pré-abate (Lensink et

al., 2000) afetando, conseqüentemente, a qualidade da carne (Paranhos da Costa, 2000; del Campo et al., 2010).

Existem recomendações internacionais (OIE, 2005) que sugerem que os animais sejam abatidos o quanto antes possível, logo ao chegar ao frigorífico. Há evidências de que quanto maior o tempo de espera nos currais de frigorífico, maior é a incidência de cortes escuros na carne de bovinos (Warner et al., 1998; Gallo et al., 2003; Novoa, 2003; Amtmann et al., 2006).

Baseado nisso e com a ideia de gerar informação para as condições de produção do Uruguai (tempo de viagem e distâncias relativamente curtas), o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de dois tempos de espera contrastantes, prévios ao abate (três e 12 horas) em planta frigorífica, e do temperamento individual dos animais sobre a qualidade da carne de bovinos.

2. Material e Métodos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FCAV-UNESP Jaboticabal (protocolo número 004490/13).

2.1. Local do estudo e animais

O projeto foi desenvolvido no “Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria” – INIA, Uruguai, no ano de 2011. Foram utilizados 30 machos castrados da raça Hereford, de aproximadamente três anos de idade mantidos a pasto, na Unidade Experimental de Glencoe (INIA), Uruguai. Os animais foram pesados a cada 15 dias durante o período de terminação para avaliar o ganho de peso e definir o momento de abate, sendo que a média de ganho de peso observada foi de 1,1 kg/dia. Durante o período de engorda foram aplicados protocolos de boas práticas de manejo.

O abate foi realizado na primavera, quando os animais pesavam, em média, 500 Kg de peso vivo, em frigorífico comercial. Os animais foram agrupados

aleatoriamente em dois tratamentos, de acordo com o tempo de espera na planta frigorífica: 12 horas (tratamento 1; n=15) e três horas (tratamento 2; n=15).

2.2. Características do transporte e da planta de abate

Todos os animais foram abatidos no mesmo dia em frigorífico comercial que segue padrões de bem-estar animal e que está habilitado para a exportação. A distância entre a fazenda e o frigorífico é de 178 Km e a média de tempo da viagem foi de cinco horas, com três paradas para monitorar os animais.

Os dois grupos foram transportados em um caminhão comercial com dois compartimentos, garantindo 1,2 m²/animal, de acordo com o protocolo de exigências do transporte no Uruguai. O mesmo motorista realizou as duas viagens e utilizou o mesmo caminhão e nenhum problema foi registrado durante o transporte. Primeiramente, foram transportados até o frigorífico os animais do tratamento 1 (12 horas de espera) e, logo após, o motorista retornou com o caminhão à fazenda para embarcar os bovinos do tratamento 2 (três horas de espera), de forma que os dois grupos de animais foram abatidos na manhã do mesmo dia. As informações referentes aos horários em que as diferentes etapas prévias ao abate foram realizadas nos diferentes grupos de abate podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1. Etapas do manejo pré-abate e horários referentes a cada tratamento

Atividade	T1	T2
Alojamento no curral da fazenda	10:00	00:00
Saída da fazenda	11:00	01:00
Chegada ao frigorífico + desembarque + coleta de sangue	16:00 a 17:00	06:00 a 07:00
Início da espera	17:00	07:00
Fim da espera	05:00	10:00
Coleta de sangue + manejo	05:00 a 06:00	10:00 a 11:00
Abate	06:00	11:00

T1 = 12 horas de espera (n=15); T2 = 3 horas de espera (n=15)

Após chegar ao frigorífico, os animais foram levados ao curral de espera que apresentava dimensões que cumpriam com as exigências vigentes aos frigoríficos exportadores, com densidade de 420 Kg/2,5 m².

2.3 Avaliação do temperamento

O temperamento dos animais foi avaliado uma semana antes do abate, utilizando-se três medidas, a saber: (a) tempo de saída; (b) escore de tronco; (c) escore de saída, com os quais foi constituído um índice de temperamento (Tindex).

a) Tempo de saída

O tempo de saída (TS) foi quantificado a partir do tempo que os animais levaram para percorrer uma distância conhecida (dois metros) imediatamente após a saída do tronco de contenção, utilizando-se um cronômetro manual, conforme Burrow et al. (1988). Dessa forma, o tempo foi calculado em segundos (s). O método consiste em caracterizar os animais com maiores tempos de saída como animais menos reativos.

b) Escore de tronco

O escore de tronco (ET) foi adaptado de Hearnshaw e Morris (1984). As categorias observadas no ET levaram em consideração o estado geral do animal incluindo movimentações de membros, cabeça e cauda, assim como sinais comportamentais de estresse, atribuindo-se um dos seguintes escores: 1) animal não oferece resistência, permanecendo com cauda, cabeça e orelhas relaxadas, olhos sem sinal de alerta; 2) animal apresenta pouco movimento de membros, mantém a cabeça erguida e orelhas eretas, olhos com sinal de alerta; 3) animal apresenta movimentos frequentes, mas não vigorosos de membros, cabeça, orelhas e cauda; 4) animal oferece grande resistência, com movimentos bruscos de cabeça e cauda, com respiração audível; 5) animal salta, tenta sair do tronco e pode cair. A medida foi realizada após a entrada do animal no tronco de contenção. Somente as portas traseira (entrada) e dianteira (saída) permaneceram fechadas para a realização do teste, sem a utilização de nenhuma das estruturas de contenção

(paredes laterais, pescoceiras e coiceras). Os registros foram tomados após 4 segundos após o fechamento das porteiras do tronco de contenção.

c) *Escore de saída*

Os dados do escore de saída (ES) foram obtidos por meio de uma escala nominal de acordo com a reação dos animais imediatamente após a saída do tronco de contenção, sendo: 1 (andando), 2 (trotando) e 3 (correndo).

O Tindex foi gerado a partir de um método multicriterial que foi constituído pelas três medidas (tempo de saída, escore de tronco e escore de saída). Os dados de cada medida foram padronizados de forma a permitir a combinação entre elas. A partir disso, foram definidos os pesos relativos à importância de cada medida. O Tindex foi calculado utilizando a equação $Tindex = \sum Wd$, onde “W” é o peso atribuído a cada variável estimada pelo Analytic Hierarchy Process – AHP (Saaty, 1980) e o “d” será cada registro individual padronizado (dentro de cada variável). A classificação padronizada foi criada para cada variável, em escala de 1 a 100.

Sendo o TS uma medida amplamente utilizada, e tratando-se o ET, de uma medida realizada em condições de reclusão, assemelhando-se às condições a que esses animais estavam expostos nos currais do frigorífico, igual importância foi dada às duas medidas. Ou seja, peso de 47,4% para TS e ET; e peso de 5,2% para o ES. Menor índice indica que o animal é mais tranquilo.

2.4 Qualidade de carcaça

No frigorífico foram obtidas as medidas de pesos das carcaças quentes, grau de terminação, grau de conformação e dentição.

O grau de classificação das carcaças seguiu o sistema do Instituto Nacional de Carnes – INAC/Uruguai. O sistema oficial de tipificação de carnes do Uruguai (INAC, 1997), agrupa os animais em função da idade e do sexo. A classificação quanto à terminação é baseada na quantidade e distribuição de gordura subcutânea e a nota varia de 0 a 4, como segue:

0 - Cobertura muito escassa ou falta total. São chamadas carcaças magras.

1 - Escassa cobertura, grandes áreas sem cobrir.

2 - Gordura moderadamente abundante. Distribuição uniforme.

3 - Cobertura de gordura abundante e uniforme.

4 - Cobertura de gordura excessiva aparecendo flácida.

Para a classificação das carcaças quanto à conformação é definido (I, N, A, C, U, R), seguindo a seguinte especificação:

I - Carcaças que têm um grande desenvolvimento muscular em todas as regiões anatômicas. Gado cilíndrico, longo, compacto;

N - Não são carcaças tão compactas quanto os anteriores, linhas de menor convexidade;

A - É o grupo de animais mais abundantes no Uruguai, novilhos, com relação carne/osso equilibrada;

C - Carcaças com as linhas retas, ligeiramente magras;

U - Conformação pobre com linhas angulares e pouco desenvolvimento muscular;

R - Existe uma falta muscular.

O sistema inclui também escala de 1 a 4 para classificação da dentição, com base no número de dentes (permanentes). A pontuação mais baixa indica um animal mais jovem.

1 - sobreano - sem dentes permanentes;

2 - jovem - de dois a quatro dentes permanentes;

3 - jovem - seis dentes permanentes; e

4 - boi - oito dentes permanentes.

2.5 Características das carcaças

Dos animais avaliados (n=30), 13,3% apresentaram grau de terminação 1 (escassa cobertura, grandes áreas sem cobrir) e 86,7%, grau de terminação 2 (gordura moderadamente abundante, com distribuição uniforme). Para a classificação de conformação foi encontrado do total de carcaças avaliadas, 90% na classe A e 10% na classe C.

Os animais utilizados neste estudo apresentaram dentição entre a classificação 2, 3 e 4. Informações sobre o peso da carcaça quente e dentição são apresentadas na Tabela 2. Observa-se que não existem diferenças entre os tratamentos para essas características.

Tabela 2. Frequência e resultados médios (\pm EP) de dentição e peso de carcaça quente em cada tratamento.

Tratamento	Dentição (%)			PCQ ¹
	2	3	4	
12 horas	86,67	0	13,33	266,59 \pm 2,97
3 horas	85,71	7,14	7,14	268,79 \pm 2,97
P valor	0,6484			0,6040

¹PCQ = peso da carcaça quente

2.6 Qualidade de carne

2.6.1 pH, temperatura e glicogênio

As medidas de pH e temperatura foram realizadas na meia carcaça esquerda entre a 11^a e a 13^a costela (músculo *Longissimus* - LM), a 1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 horas após o abate. Para o registro do pH foi utilizado um pHmetro (Orion 210A) com dispositivo em gel e a temperatura foi medida com um termômetro (Barnant 115). Neste trabalho, o pH medido às 24 horas *post mortem* foi considerado como o pH final (pHf).

Foram extraídas amostras de aproximadamente 20 gramas do LM, 45 minutos *post mortem*, para determinar o conteúdo de glicogênio. As amostras foram envolvidas em papel alumínio e congeladas a -80 °C, em tanque de nitrogênio

imediatamente após a sua extração, e posteriormente foram enviadas à Faculdade de Agronomia – UDELAR, Uruguai, para realização das análises.

O conteúdo de glicogênio foi determinado em 2 g de músculo, aquecido a 100°C em um tubo de ensaio com 8 mL de 2 M HCl por 2 horas, depois foi filtrado e neutralizado com 2 N NaOH (del Puerto et al., 2011). As medidas foram obtidas através da utilização do procedimento de oxidase da glicose, onde os resíduos da mesma foram quantificados (Passonneau e Lowry, 1993) e o resultado foi expresso em miligramas de resíduos de glicose por grama de músculo (mg/g).

2.6.2 Cor e força de cisalhamento

No momento da desossa, uma amostra do LM (entre a 11^a e 13^a costela) de 2,5 cm de espessura, foi retirada de cada carcaça, sendo embalada a vácuo e transportada ao Laboratório de Carne do INIA - Tacuarembó. Primeiramente, foi realizada a maturação das amostras por dois dias, a uma temperatura entre 2 e 4°C. A cor da carne e a maciez foram medidas após o período de maturação.

As amostras foram abertas e deixadas expostas até oxigenarem-se por uma hora. O exudado na superfície de cada bife foi retirado com um papel-toalha e a cor do músculo foi medida através dos parâmetros L* (luminosidade), a* (vermelho/verde) e b* (amarelo/azul) (CIE, 1986) usando um colorímetro Minolta® (Modelo C 400). Os valores foram registrados em três regiões diferentes de cada amostra para obter um valor médio representativo da cor da amostra de carne.

A mesma amostra foi colocada em embalagem de polietileno e cozida em banho-maria, por uma hora e meia, até a temperatura interna atingir 70°C, medida com a utilização de um termômetro Barnant 115 com termopar do tipo E. Após o cozimento, esperou-se que as amostras atingissem a temperatura ambiente e seis pedaços de 1,27 cm de diâmetro foram retirados de cada amostra seguindo a direção das fibras do músculo, utilizando-se um saca-bocado. A maciez foi medida com a força de cisalhamento (FC) de cada amostra de carne usando o texturômetro (Warner Bratzler - Modelo D 2000) e, a partir das seis medições de cada amostra de

carne, foi calculado o valor médio. O método utilizado para a análise de FC foi baseada no trabalho de Purchas e Barton (1976).

2.7 Análises estatísticas

As análises exploratórias e confirmatórias foram realizadas utilizando-se o Excel e os programas estatísticos SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2007) e Statistica. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando $P < 0,05$.

2.7.1 Qualidade de carne

Os dados de pH e temperatura foram analisados utilizando-se o procedimento GLIMMIX do SAS, mediante modelo misto de medidas repetidas, com o uso do método da máxima verossimilhança restrita. As variáveis que não mostraram efeito significativo foram eliminadas do modelo, com o qual o mesmo resultou como segue:

$$y = \mu + \alpha.TE + \beta.H + \delta.A(PAR) + \varepsilon$$

onde:

y são as variáveis analisadas (pH, temperatura)

μ é a média da variável y

α é o efeito do tempo de espera TE

β é o efeito da hora H

δ é o efeito aleatório do animal A dentro da parcela PAR

ε é o erro experimental

Para analisar o efeito do tempo de espera sobre as variáveis de qualidade de carne foi utilizado um modelo geral linear mediante o procedimento GLM do SAS, pelo método dos quadrados mínimos. O modelo utilizado foi:

$$y = \mu + \alpha.TE + \varepsilon$$

onde:

y são as variáveis de qualidade de carne analisadas (glicogênio, L^* , a^* , b^* , FC)

μ é a média da variável y

α é o efeito do tempo de espera TE

ε é o erro experimental

As médias foram comparadas pelo procedimento LSMEANS do SAS, o qual estima as diferenças mínimas quadráticas entre os efeitos analisados.

Coeficientes de correlação de Pearson foram gerados para examinar as relações entre as variáveis de qualidade de carne e o índice de temperamento.

Para estudar a FC e suas relações com outras variáveis consideradas neste trabalho, um modelo de regressão múltipla foi montado através do método Stepwise, o qual constrói iterativamente uma sequência de modelos de regressão pela adição ou remoção de variáveis em cada etapa, sendo estabelecido o valor de alpha (α) de entrada e saída das variáveis igual a 0,15. Assim, foi determinada a FC como variável dependente; e pH (1 e 24 horas *post mortem*), glicogênio, parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*), grau de terminação, dentição, peso de carcaça quente, peso vivo (medido sete dias antes do abate), ganho de peso e índice de temperamento como variáveis independentes. Essa análise de regressão foi realizada com o uso do procedimento REG do SAS.

3. Resultados e Discussão

3.1 Temperamento

No presente estudo não foi encontrada variação importante no Índice de Temperamento dos animais (Tindex) (Tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva para o Índice de temperamento (Tindex) em função dos tempos de espera no frigorífico.

Variável	Média	Mediana	Desvio-padrão	CV (%)
Tindex médio	73,86	80,09	11,98	16,22
Tindex de T1	73,40	70,10	10,91	14,86
Tindex de T2	74,36	80,26	13,43	18,06

CV = coeficiente de variação.

Segundo Lensink et al. (2000), novilhos com temperamento excitável podem ser mais suscetíveis ao estresse gerado pelas práticas de manejo, tais como embarque, desembarque, transporte e o novo ambiente no frigorífico. Da mesma forma, Apple et al. (2005) afirmaram que o estresse severo no pré-abate pode alterar a taxa de declínio do pH no músculo *post mortem*, resultando em prejuízos para a qualidade da carne.

As correlações entre o Tindex e as variáveis de qualidade de carne são apresentadas na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre as variáveis indicadoras de qualidade de carne e o Tindex.

Variáveis	Tindex	Glicogênio	pHf	L*	a*	b*
Glicogênio	0,20					
pHf	0,18	-0,48				
L*	-0,08	-0,22	-0,15			
a*	-0,20	0,15	-0,33 ⁺	0,45*		
b*	0,06	0,07	-0,30	0,63**	0,55**	
FC ¹	-0,27	-0,09	0,03	-0,32 ⁺	-0,25	-0,28
N	29	12	30	30	30	30

** P<0,01; * P<0,05; ⁺ P<0,10.

¹FC (força de cisalhamento): N=30 animais.

Não houve nenhuma associação entre o Tindex e as características indicadoras da qualidade de carne, como no caso do pHf, corroborando com os resultados obtidos por del Campo et al. (2010). No entanto, neste mesmo trabalho foi relatado que animais mais excitáveis apresentam maior incidência de corte

escuro, além de valores mais altos de força de cisalhamento (menor maciez) quando comparados aos animais mais calmos.

Houve moderada correlação positiva e altamente significativa entre os parâmetros relacionados à cor da carne (L^* , a^* e b^*). Segundo Wulf e Wise (1999) a cor e o pH do músculo estão altamente correlacionados. Por esse motivo, o pH tem sido utilizado como o meio mais objetivo de determinação de cor escura na carne (Brito, 2003). No entanto, nos resultados encontrados neste estudo não foram observadas correlações significativas entre o pHf e os parâmetros de cor.

Observou-se tendência de correlação negativa moderada entre o L^* e a FC. Ou seja, se os valores de força de cisalhamento estão mais altos (carne menos macia), o L^* (luminosidade) vai apresentar-se com valores mais baixos, caracterizando-se como uma carne de aparência mais escura. No que diz respeito à predição de FC utilizando os parâmetros de cor, Wulf et al. (1997) encontraram uma relação mais forte entre b^* e a FC, do que entre L^* e FC. A correlação relatada por esses autores entre b^* e FC foi de -0,38.

A partir dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos, foi realizada uma análise de regressão com as variáveis que poderiam afetar a FC, com o objetivo de estudar mais profundamente as relações encontradas (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados da análise de regressão para a força de cisalhamento

Variáveis	R ² parcial	R ² acumulado	F	P valor
L	0,2164	0,2164	3,72	0,0898
Ganho de peso	0,2425	0,4589	7,62	0,0281
Peso vivo	0,0992	0,5581	4,82	0,0706
pH24	0,0732	0,6313	4,42	0,0803
Dentição	0,0474	0,6787	4,57	0,0856
b^*	0,0237	0,7024	3,36	0,1409

Os resultados da análise de regressão apresentados na Tabela 5, mostram as variáveis que entraram no modelo, com efeito sobre a FC. As demais variáveis consideradas na análise e que não se encontram na tabela (pH1, glicogênio, a^* ,

grau de terminação, peso de carcaça quente e índice de temperamento), não apresentaram efeito sobre a força de cisalhamento.

3.2 Qualidade de carne

3.2.1 pH, glicogênio e temperatura

Os valores de pH variaram entre as diferentes horas avaliadas (1, 3, 6, 12 horas) dentro de cada tratamento ($P < 0,05$). Contudo, o pH se estabilizou em ambos tratamentos a partir das 24 horas *post mortem* (24, 36 e 48 horas). A curva de declínio do pH é apresentada na Figura 1.

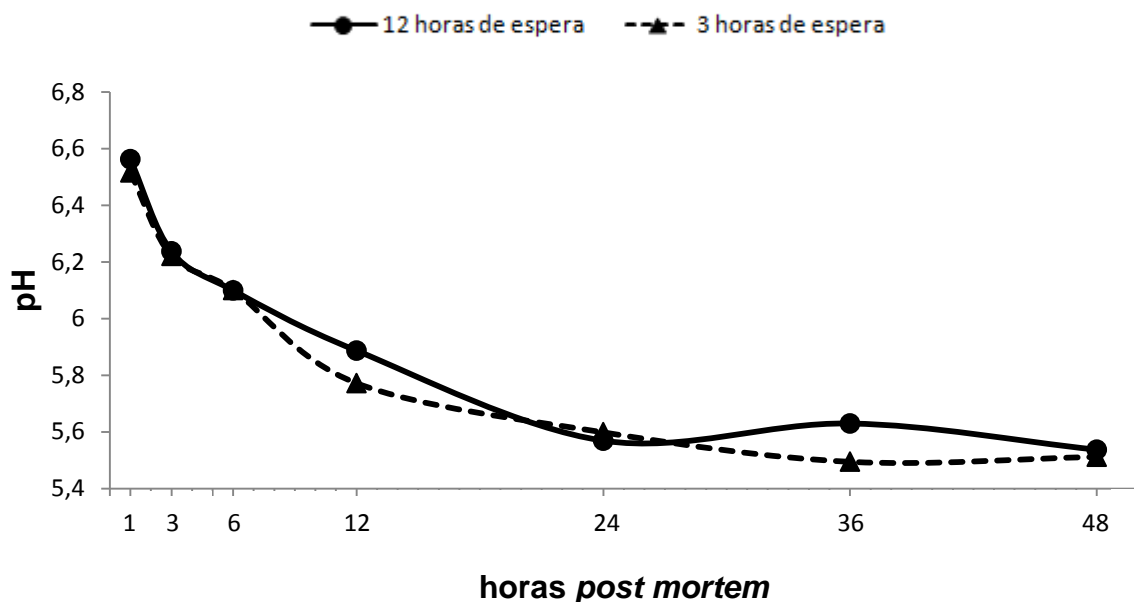


Figura 1. Curva de declínio do pH em diferentes horas *post mortem* para os dois tempos de espera avaliados.

O pH não diferiu ($P > 0,05$) entre os dois tempos de espera aplicados, em nenhuma das horas avaliadas (1, 3, 6, 12, 24, 36 e 48 horas *post mortem*) (Tabela 6).

Tabela 6. Resultados médios (\pm EP) do pH do músculo *Longissimus* nos diferentes horários de avaliação *post mortem*, para dois tempos de espera (TE) no currais do frigorífico, 12 e três horas.

pH	Tempo de Espera		P valor
	12h	3h	
1h	6,56 \pm 0,05	6,52 \pm 0,05	0,51
3h	6,24 \pm 0,05	6,22 \pm 0,05	0,82
6h	6,10 \pm 0,05	6,10 \pm 0,05	0,98
12h	5,89 \pm 0,05	5,77 \pm 0,05	0,10
24h	5,57 \pm 0,05	5,60 \pm 0,05	0,67
36h	5,63 \pm 0,05	5,49 \pm 0,05	0,06
48h	5,54 \pm 0,05	5,51 \pm 0,05	0,73

A curva de declínio do pH foi adequada, de forma a não comprometer a qualidade do produto final. Além disso, o pHf encontrado nos dois tempos de espera avaliados está dentro do padrão aceito, que se caracteriza por valores entre 5,5 e 5,8, sendo que nenhuma das carcaças avaliadas neste estudo apresentou pH acima de 5,8.

Esse resultado não coincide com o que foi encontrado por del Campo et al. (2010) em estudo semelhante, também realizado no Uruguai, quando verificou-se diferença entre as médias de pH medido às 1, 3, 6 e 24 horas, considerando tempos de espera de três e 15 horas, em currais de frigorífico. Nesse estudo, os animais que estiveram três horas parecem não ter tido tempo de descansar e se recuperar do estresse causado pelo manejo a que foram expostos até esse momento, o que refletiu em pior taxa de diminuição do pH em comparação aos animais que foram abatidos após 15 horas de espera. Também para Mounier et al. (2006) um tempo de espera maior confere à carne menores valores de pH. O mesmo foi observado por Brown et al. (1990) que verificou que nos animais abatidos no dia da chegada houve maior incidência de pH alto quando comparados aos animais que permaneceram durante a noite.

Uma explicação para as diferenças observadas nos valores de pHf com del Campo et al. (2010), no experimento realizado no Uruguai é que também foram

utilizados animais da raça Braford, que são mais reativos quando comparados aos animais da raça Hereford (del Campo, 2008). Stricklin et al. (1980) avaliaram o temperamento de grupos genéticos diferentes e observaram que os animais Hereford eram menos reativos que as outras raças britânicas. Segundo Burrow (1997), as raças bovinas com componentes *Bos taurus indicus* são mais excitáveis, temperamentais e difíceis de manejar em condições extensivas em comparação às raças *Bos taurus taurus*. É importante considerar que os animais de temperamento mais excitável são mais susceptíveis ao estresse durante o manejo (Grandin, 1997), principalmente em situações novas como é o caso do manejo pré-abate.

Outra explicação pode ser o ambiente no frigorífico, visto que os dois grupos de animais foram abatidos em horários diferentes. No experimento realizado por del Campo et al. (2010) os animais de espera curta, chegaram ao frigorífico às 11:00 horas da manhã e permaneceram em currais de espera até as 02:00 da tarde totalizando três horas de espera. Segundo os autores, durante esses horários, a atividade no frigorífico era intensa. Essa movimentação ocorre, principalmente, próxima aos currais, pois os animais estão sendo deslocados dos currais de espera à seringa e “boxe” de insensibilização.

Por outro lado, no presente estudo, observou-se ainda, que durante a coleta de dados, o manejo era regularmente tranquilo, sem gritos e sem pressa, quando comparado ao manejo realizado em outras condições. De forma que, as práticas de manejo realizadas nos frigoríficos durante a espera dos animais, às quais também estão relacionadas à hora do dia e ao movimento na planta frigorífica, podem ser um dos fatores que explicaria a diferença encontrada para o pH, entre esses dois estudos.

Apesar do pH_f não ter sido afetado no tratamento de três horas de espera, no presente estudo, as concentrações de glicogênio neste grupo eram menores. A depleção das reservas de glicogênio muscular no pré-abate tem efeito sobre vários atributos de qualidade da carne, tais como pH, maciez, cor e capacidade de retenção de água (Gregory, 1998).

O conteúdo de glicogênio encontrado foi diferente entre os dois tratamentos a que os animais foram submetidos ($P < 0,001$), apresentando médias ($\pm EP$) de $11,1 \pm 0,47$ mg/g nos animais que permaneceram por 12 horas em espera nos currais do frigorífico, e $3,58 \pm 0,56$ mg/g para os animais mantidos nos currais por três horas. Segundo Warriss (2003), o pHf é inversamente proporcional à concentração de lactato e a concentração de glicogênio se torna limitante quando está abaixo de 10 mg/g de músculo.

Provavelmente, nenhum tratamento permitiu que os animais recuperassem o conteúdo de glicogênio, pois não haveria tempo suficiente para tal, mas sim para descansar e controlar o possível consumo de energia ocasionado pelo estresse do novo ambiente. De acordo com Warriss et al. (1984), recursos de glicogênio podem ser restaurados durante a espera e o gado pode se recuperar de exaustão física, quando alimentados. No entanto, seria necessária espera de, pelo menos, 48 horas para que os animais pudessem recuperar o glicogênio em quantidade suficiente para a correta acidificação do músculo (Warriss et al., 1984).

É importante notar que os valores encontrados no presente trabalho, apesar de menores que os propostos por Warriss (2003), foram suficientes para a correta acidificação do músculo, não comprometendo o pHf. Apesar disso, baixos níveis de glicogênio muscular podem indicar estresse. Segundo Brown et al. (1990) o glicogênio é mais sensível, podendo ser utilizado como um indicador de estresse. Concentrações de glicogênio muscular de 8-9 mg/g podem causar a elevação do pH. Já concentrações inferiores a 4-5 mg/g podem indicar um corte escuro na carcaça. Nesse sentido, independente do efeito que os níveis de glicogênio tenham sobre a acidificação do músculo, atenção especial deve ser dada no que diz respeito ao bem-estar dos animais.

Em estudo realizado por Brown et al. (1990) foi visto que uma grande proporção de animais (30%) tiveram os níveis de glicogênio reduzidos, mas estes não foram suficientes para elevar o pHf. Se estes animais fossem submetidos a um pequeno esforço adicional, este poderia reduzir ainda mais os estoques de glicogênio podendo, assim, elevar o pHf (Brown et al., 1990). Como foi mencionado anteriormente, qualquer fator de estresse adicional, poderia ter comprometido a

qualidade da carne e, no presente trabalho, é importante considerar que se trata de animais criados a pasto. Muir et al. (1998) sugeriram que os animais de dietas de pastagens são mais suscetíveis ao estresse pré-abate, por apresentarem menor conteúdo de glicogênio muscular e, conseqüentemente, valores de pH superiores aos de novilhos alimentados a base de grãos. Segundo Immonen et al. (2000), a dieta oferecida aos animais pode afetar o conteúdo de glicogênio e, os níveis de glicogênio no músculo são mais altos quando o consumo de energia metabolizável é maior.

Em relação à temperatura das carcaças observa-se que houve diferença entre os tratamentos em todas as horas em que a avaliação foi realizada ($P < 0,05$), exceto as 24 e às 48 horas *post mortem* (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios (\pm EP) de temperatura das carcaças em diferentes horários de avaliação *post mortem*, para os dois tempos de espera avaliados.

Temperatura (°C)	Tempos de Espera		P valor
	12h	3h	
1h	34,09 \pm 0,34	35,25 \pm 0,34	0,02
3h	26,59 \pm 0,34	27,82 \pm 0,34	0,01
6h	19,25 \pm 0,34	16,65 \pm 0,34	<0,0001
12h	11,07 \pm 0,34	7,04 \pm 0,34	<0,0001
24h	4,51 \pm 0,34	5,11 \pm 0,34	0,22
36h	8,38 \pm 0,34	6,18 \pm 0,34	<0,0001
48h	4,99 \pm 0,34	5,41 \pm 0,34	0,39

Estas diferenças encontradas podem estar relacionadas ao funcionamento da câmara frigorífica, com oscilações de temperatura. Além disso, as carcaças dos animais do grupo de 12 horas de espera entraram primeiro na câmara fria e as carcaças do outro grupo (três horas de espera) entraram cinco horas depois, quando a câmara fria já estava com temperatura mais baixa. Apesar disso, a curva de declínio da temperatura seguiu o padrão adequado, não comprometendo a qualidade do produto.

De acordo com Thompson (2002), o declínio da temperatura deve estar dentro do que se denomina a janela ideal. Esta requer que a temperatura seja maior que 35°C quando o pH for maior que seis e que esteja abaixo de 12 a 15°C quando o pH for menor que seis. Ou seja, quando a temperatura da carcaça está baixa (12°C) e o pH alto, pode ocorrer o encurtamento por frio. Mas se a temperatura é alta e o pH diminui rapidamente, pode acontecer o encurtamento por calor.

3.2.2 Cor e força de cisalhamento

Para as variáveis de cor e força de cisalhamento da carne não foram observadas diferenças entre tratamentos ($P > 0,05$). Na Tabela 8 são apresentadas as médias referentes a cada variável avaliada.

Tabela 8. Resultados médios (\pm EP) das variáveis de qualidade de carne em cada tratamento.

Tratamento	L*	a*	b*	FC ¹
12 horas	29,53 \pm 0,30	13,14 \pm 0,27	5,36 \pm 0,16	3,71 \pm 0,29
3 horas	29,32 \pm 0,30	12,87 \pm 0,27	4,94 \pm 0,16	3,95 \pm 0,29
P valor	0,6373	0,4787	0,0648	0,5758

¹FC = força de cisalhamento (Kgf).

Um dos fatores mais importantes na seleção da carne pelo consumidor é a cor (Abril et al., 2001). Como apresentado na Tabela 8, não foi observada diferença significativa entre as médias dos tratamentos para o parâmetro L*, referente à luminosidade ($F=0,23$; $P=0,6373$), para a variável a*, referente ao índice de vermelho ($F=0,52$; $P=0,4787$); nem para a variável b*, referente ao índice de amarelo ($F=3,69$; $P=0,0648$). del Campo et al. (2010) obteve valores de a* e b* maiores no grupo que permaneceu em espera por 15 horas. Esse resultado foi relacionado ao fato desse grupo (15 horas de espera) ter apresentado pH mais baixo que o grupo de três horas de espera.

Viljoen et al. (2002) afirmaram que os consumidores preferem carne com o pH normal, ao invés de carne DFD (escura, firme e seca) em razão da cor mais atrativa, ressaltando que essa característica é avaliada pelo consumidor no momento da

escolha do produto. A maioria dos autores coincidem em classificar como DFD as carnes que apresentam pHf maior ou igual a 6,0 (Brown et al., 1990; Warriss, 1990). O pH elevado aumenta a capacidade do músculo em se ligar com a água e também aumenta a absorção de luz, resultando em carne escura, firme e seca. Baseado nos resultados de pHf obtidos neste estudo pode-se afirmar que nenhuma das carcaças avaliadas apresentou corte escuro.

A maciez é considerada a característica sensorial de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (Paz e Luchiari Filho, 2000). Esta foi medida através de método objetivo, a força de cisalhamento (FC), que é expressa em quilograma-força (Kgf), ou seja, a força utilizada para o corte de uma seção transversal de carne. Ou seja, quanto menor o valor observado de FC, maior será a maciez da carne.

Os valores de FC não diferiram ($F=0,32$; $P=0,5758$) entre os tratamentos de 12 e três horas de espera, mostrando que estes não comprometeram a maciez da carne (Tabela 8). Da mesma forma, Ferguson et al. (2007) compararam três e 18 horas em bovinos estabulados e observaram que não houve efeito sobre a força de cisalhamento. Entretanto, os resultados obtidos contrastam com o que foi encontrado por del Campo (2008), que observou que o tempo de espera curto (três horas) teve um efeito negativo sobre os valores de FC da carne.

De acordo com Olson (2002), valores de FC menores que 3 Kgf significam aceitação de 100% dos consumidores (carne muito macia). Valores entre 3 e 4 conferem aceitação por parte de 99% dos consumidores e valores de FC superiores a 4 implicam em aceitação de 86% dos consumidores. Considerando esses dados, temos que os animais de ambos os tratamentos apresentaram média de FC entre 3 e 4, implicando em uma aceitação de 99% dos consumidores.

A partir das informações obtidas, temos que os tempos de espera avaliados não apresentaram influência negativa sobre a qualidade da carne de novilhos, de acordo com as variáveis relacionadas nesse estudo. A qualidade da carne sofre influência de diversos fatores, sejam de origem genética ou ambiental, no entanto, no caso desse estudo (onde a fonte de variação foi o tempo de espera), às

condições a que os animais foram submetidos não proporcionaram diferenças quanto à qualidade do produto final. O baixo conteúdo de glicogênio, observado no grupo de três horas de espera, que geralmente é responsável por resultados negativos na qualidade da carne, nesse caso não foi suficiente para provocar tal efeito. No entanto, isto poderia sugerir baixo grau de bem-estar nesses animais. Por esse motivo, é necessário conhecer o efeito desses tratamentos pré-abate, sobre a resposta de estresse dos animais, de modo a não afetar, negativamente, o bem-estar dos mesmos.

4. Referências

- Abril, M., M. M. Campo, A. Onenc, C. Sañudo, P. Albertí, A. I. Negueruela. 2001. Beef color evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.* 58: 69-78.
- Amtmann, V. A., C. Gallo, G. Van Schaik, N. Tadich. 2006. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Arch. Med. Vet.* 38 (n. 3): 259-264.
- Apple, J. K., M. E. Dikeman, J. E. Minton, R. M. McMurphy, M. R. Fedde, D. E. Leith. 2005. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and incidence of dark-cutting longissimus muscle of sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 2295–2307.
- Brito, G. 2003. Segregating Uruguayan beef carcasses by tenderness under commercial conditions using postmortem carcass traits, pH, temperature and color. PhD Diss. The University of Georgia, Athens.
- Brown, S. N., E. A. Bevis, P. D. Warriss. 1990. An estimate of the incidence of Dark Cutting Beef in the United Kingdom. *Meat Sci.* 27: 249-258.
- Burrow, H. M.; G. W. Seifert, N. J. Cobert. 1988. A new technique for measuring temperament in cattle. *Aust. Soc. Anim. Prod.* 17: 154-157.
- Burrow, H. M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstract*, 65: 477-495.
- C.I.E. 1986. Colorimetry. Commission International de l'Éclairage, Publication CIE (2nd ed.). Vienna.

del Campo, M. 2008. El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

del Campo, M., G. Brito, J. M. Soares de Lima, P. Hernández, F. Montossi. 2010. Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. *Meat Sci.* 86: 908–914.

del Puerto, M., S. Rodríguez, M. C. Cabrera, A. Saadoun. 2011. Alimentación estratégica pre faena, reserva de glucógeno muscular y hepática y cambios en el pH del m. Pectoralis aviar. In: *Memorias de la XXII Reunión ALPA*, Montevideo, Uruguay. p. 568.

Ferguson, D. M., F. D. Shaw, J. L. Stark. 2007. Effect of reduced lairage duration on beef quality. *Aust. J. Exp. Agr.* 47: 770-773.

Ferguson, D. M., R. D. Warner. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80: 12-19.

Gallo, C., G. Lizondo, T. G. Knowles. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet. Rec.* 152: 361-364.

Grandin, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci.* 75: 249-257.

Gregory, N. G. 1996. Welfare and Hygiene during Preslaughter Handling. *Meat Sci.* 43: 35-46.

Gregory, N. G. 1998. *Animal welfare and meat science*. CAB International, USA.

Hearnshaw, H., C. A. Morris. 1984. Genetic and environmental effects on temperament score in beef cattle. *Aust. J. Agr. Res.* 35 (n. 5): 723-733.

Immonen, K., D. M. Schaefer, E. Puolanne, R. G. Kau, E. V. Nordheim. 2000. The relative effect of dietary energy density on replete dandresting muscle glycogen concentrations. *Meat Sci.* 54: 155-162.

INAC, 1997. Instituto Nacional de Carnes. Sistema Oficial de clasificación y tipificación de carne vacuna. Resolución 65/97. Montevideo. Uruguay.

Lensink, B. J., X. Fernandez, X. Boivin, P. Pradel, P. Le Neindre, I. Veissier. 2000. The impact of gentle contact on ease of handling, welfare and growth of calves and on quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 78: 1219-1226.

Montossi, F., G. Brito, R. San Julián, S. Luzardo, M. del Campo, D. Vaz Martins, A. La Manna, C. Sañudo. 2008. Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa. *Revista INIA*, n. 14, p. 2-7. Montevideo, Uruguay.

- Mounier, L., H. Dubroeuq, S. Andanson, I. Veissier. 2006. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *J. Anim. Sci.* 84: 1567-1576.
- Muir, P. D., J. M. Beaker, M. D. Bown. 1998. Effect soforage and grain-based feeding system son beef quality: A review. *New Zealand J. Agr. Res.* 41: 623–635.
- Novoa, H. P. 2003. Efectos de la Duración y las Condiciones del Reposo en Ayuno Previo al Faenamamiento de los Bovinos sobre las Características de la Canal. Tesis de Grado. Universidad Autral de Chile, Chile.
- OIE. 2005. Organización Mundial de Sanidad Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres.
- Olson, T. 2002. Valor agregado en la cadena cárnica en los E.U.A., y sus implicancias en el mejoramiento genético en bovinos de carne. In: Conference Instituto Plan agropecuario, Uruguay.
- Passonneau, J. V., O. H. Lowry. 1993. *Enzymatic Analysis: A Practical Guide Biological Methods. Methods in molecular biology* . Springer, p.112.
- Paz, C. C. P. de, A. Luchiaro Filho. 2000. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. *Pecuária de Corte*, n. 101, p. 58-63.
- Purchas, R. W., R. A. Barton. 1976. The tenderness of meat of several breeds of cattle raised under New Zealand pastoral conditions. *New Zeal. J. of Agri. Res.* 19: 421-428.
- Saaty, T. L. 1980. *Analytic Hierarchy Pocess*. Ed. McGrawHill. New York, USA.
- Stricklin, W. R., C. E. Heisler, L. L. Wilson. 1980. Heritability of temperament in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 5 (supl. 1): 109-110.
- Thompson, J. 2002. Managing meat tenderness. *Meat Sci.* 62: 295-308.
- Velarde, A., A. Dalmau. 2012. Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat Sci.* 92: 244-251.
- Viljoen, H. F., H. L. de Kock, E. C. Webb. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and Dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* 61: 181-185.
- Warner, R. D., T. G. Truscot, G. A. Eldridge, P. R. Franz. 1998. A survey of the incidence of high pH beef meat in Victorian abattoirs. In: 34th Int. Congr. Meat Sci . Technol., Brisbane, Australia. p. 150-151.

Warriss, P. D., S. C. Kestin, S. N. Brown, L. J. Wilkins. 1984. The Time Required for Recovery from Mixing Stress in Young Bulls and the Prevention of Dark Cutting Beef. *Meat Sci.* 10: 53-68.

Warriss, P. D. 1990. The handling of cattle pre slaughter and its effect on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28: 171-186.

Warriss, P. D. 2003. *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza. p. 102

Wulf, D. M., S. F. O'Connor, J. D. Tatum, G. C. Smith. 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef *longissimus* tenderness. *J. Anim. Sci.* 75: 684-692.

Wulf, D. M., J. W. Wise. 1999. Measuring muscle color on beef carcasses using the L* a* b* color space. *J. Anim. Sci.* 77: 2418-2427.

CAPÍTULO 4 – Considerações Finais e Implicações

A espera em currais de frigorífico é uma etapa chave no manejo pré-abate de bovinos. Esta pode ser influenciada por diversos fatores, como a distância e o tempo de transporte, a raça, o temperamento e a experiência prévia dos animais, o manejo a que estes são submetidos durante todo o processo produtivo, além das características físicas e de manejo do frigorífico. A partir dessas informações percebemos o quão difícil é definir um tempo de espera ideal para os animais antes do abate.

Pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de responder a essa pergunta. No entanto, as diferentes condições em que cada uma delas é realizada, produzem respostas variadas à mesma questão. De forma que são encontrados trabalhos que divergem em seus resultados, não havendo consenso. Uma alternativa é a realização de estudos baseados nas características de cada região, assim como vem sendo feito no Uruguai, considerando diferentes medidas que permitam uma avaliação global do impacto de determinados manejos na qualidade de vida do animal e na qualidade do produto, neste caso, a carne.

Os resultados obtidos a partir desta pesquisa forneceram informações sobre o comportamento de bovinos durante todo o período de espera no frigorífico, dados sobre as condições fisiológicas destes animais, baseados em medidas de esforço muscular, nutricionais e de estresse agudo, além de repostas relacionadas à qualidade da carne. Diante disso, possibilitando uma avaliação integrada do status de bem-estar dos animais.

Os bovinos da raça Hereford apresentaram baixa variabilidade no que diz respeito ao temperamento, de forma que este não afetou a resposta fisiológica e também não provocou efeitos sobre a qualidade da carne. O transporte afetou as repostas fisiológicas de ambos os grupos de espera (três e 12 horas). Esta situação foi agravada nos animais submetidos à espera de curta duração (três horas), uma vez que estes tiveram menor possibilidade de se recuperar do desgaste causado pelo transporte. Os animais deste grupo permaneceram em pé desde a chegada até o abate, apresentando alta frequência de montas e brigas, o que pode ter propiciado

o aumento dos níveis de creatina fosfoquinase, indicando problemas musculares, além de menores taxas de glicogênio muscular.

De maneira semelhante, os animais expostos ao tempo mais longo (12 horas), tiveram seus comportamentos afetados nas horas iniciais da espera, contudo, ao longo do tempo tiveram oportunidade de descansar. Neste grupo, apesar da maior concentração observada nos ácidos graxos não esterificados, a atividade de ruminação foi mantida até nove horas após a chegada aos currais. Esses resultados provam que em frigoríficos cujo ambiente é tranquilo e o manejo é realizado de maneira adequada, os animais tem chance de descansar do estresse sofrido durante o transporte. Nesse caso, a espera fornece o tempo necessário ao animal para amenizar o efeito cumulativo dos diferentes agentes estressores relacionados ao manejo pré-abate.

A qualidade da carne não foi afetada pelos distintos tempos de espera. É assim que ao analisar e integrar os diferentes tipos de indicadores registrados (fisiológicos, comportamentais e de qualidade de carne), os resultados deste trabalho mostram a viabilidade e conveniência do abate continuar sendo realizado até 12 horas de espera, tanto desde a perspectiva do Bem-Estar Animal como de Qualidade do produto, facilitando questões de controle sanitário dentro dos frigoríficos e de atendimento às exigências impostas pelos países importadores da carne produzida no Uruguai.