

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

*JEJUM PRÉ-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS: INDICADORES DE
ESTRESSE E QUALIDADE DA CARNE*

CAROLINA TOLEDO SANTOS

Trabalho de Tese apresentado
como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor do
Curso de Doutorado do Programa
de Pós-graduação em Zootecnia

Botucatu, SP
Fevereiro de 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

*JEJUM PRÉ-ABATE DE BOVINOS CONFINADOS: INDICADORES DE
ESTRESSE E QUALIDADE DA CARNE*

CAROLINA TOLEDO SANTOS
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Adam Conte
Júnior

Trabalho de Tese apresentado
como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor do
Curso de Doutorado do Programa
de Pós-graduação em Zootecnia

Botucatu, SP
Fevereiro de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Santos, Carolina Toledo, 1982-
S237j Jejum pré-abate de bovinos confinados: indicadores de estresse e qualidade da carne / Carolina Toledo Santos. - Botucatu : [s.n.], 2018
92 f.: grafs. , tabs.

Tese(Doutorado)-Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2018

Orientador: Roberto de Oliveira Roça
Coorientador: Carlos Adam Conte Júnior
Inclui bibliografia

1. Bovino - Nutrição. 2. Confinamento(Animais). 3. Bem-estar animal. 4. Jejum. 5. Estresse (Fisiologia). 6. Carne - Qualidade. I. Roça, Roberto de Oliveira. II. Conte Júnior, Carlos Adam. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Elaborada por Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Autobiografia

Carolina Toledo Santos – Nascida em 15 de novembro de 1982 na cidade de São Paulo – SP, filha de Ilton da Silva Santos e Vera Lucia Toledo, concluiu o ensino médio em 1999 no colégio PREVE Objetivo na cidade e Jaú-SP. Gradou-se em Informática – Gestão Financeira pela Faculdade de Tecnologia de Jahu em 2004 e em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu-SP em dezembro de 2010. De agosto 2011 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu-SP, onde foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), obtendo o título de Mestre em dezembro de 2013, na área de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Em março de 2014, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu-SP, sob orientação do prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça. Durante o curso de doutorado foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). De abril a julho de 2016 realizou estágio na Universidad Nacional del Sur – UNS, localizada na cidade de Bahía Blanca – Buenos Aires/AR, pelo convênio com a Asociación de Universidades Grupo Montevideo, com bolsa concedida pela universidade argentina. Participou do “Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior” (PDSE) da CAPES de abril a setembro de 2017, na University of Nevada, Reno – UNR, localizada na cidade de Reno, NV/USA.

Dedicatória

Agradeço a Deus pelas realizações durante as fases deste projeto, por tudo ter dado certo no final e poder concluir mais esta etapa. Assim como, por todos os milagres realizados em minha vida, por me guardar, proteger, iluminar os caminhos percorridos e enviar as pessoas certas que contribuíram nesta jornada e permanecem ao meu lado.

Dedico a minha mãe Vera Lucia Toledo e ao meu pai Ilton da Silva Santos pelo apoio incondicional, por todo tipo de ajuda e conselhos.

A minha irmã Vivian Toledo Santos Gambarato, ao meu cunhado Renato Luiz Gambarato e as minhas lindas sobrinhas Heloísa, Olívia e Lara Gambarato pelo amor, apoio, ajuda sempre.

Aos meus avós Vicentina, Samuel (*in memorian*), Leonilda e Mário, também aos meus tios e primos pela experiência compartilhada, companheirismo, apoio e amor sem igual.

Aos amigos e companheiros de trabalho que ajudaram não importando o dia, horário, local e temperatura.

Sem o alicerce que vocês me deram não seria possível conquistar objetivos e realizar sonhos.

Agradecimentos

Ao Prof. Roberto de Oliveira Roça pela orientação, ensinamentos, experiência e principalmente paciência comigo e demais membros da equipe.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Campus de Botucatu, pela formação profissional com apoio institucional e infraestrutura necessária para o desenvolvimento das atividades deste projeto de pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, vinculado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Campus de Botucatu, pelo apoio acadêmico e a possibilidade de realizar um grande objetivo.

Ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

À Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do Projeto (Processo FAPESP no 2015/02208-3).

Ao meu co-orientador, Prof. Carlos Adam Conte Jr., pelo apoio à pesquisa.

À empresa JBS, à equipe da Unidade I JBS de Campo Grande, MS e à equipe do Confinamento JBS de Terenos, MS pelo total apoio e interesse na execução deste estudo.

Ao Laboratório de Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP e a Professora Carla Maris Machado Bittar pela colaboração nas análises realizadas, companheirismo, experiência e conselhos.

Aos membros da Banca de defesa e qualificação desta tese pelo tempo, sugestões e lapidação do presente estudo.

Aos funcionários do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia da FCA/UNESP de Botucatu, pelo apoio e auxílio.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP de Botucatu, pela prestação de serviços nos momentos requeridos.

A toda a equipe do Laboratório de Tecnologia de Carnes da FCA/UNESP de Botucatu, Guilherme S. L. Sampaio, Nara Laiane Casagrande Delbem, Renata Lomele, Nataly Chimini Sobral, Bruno Lala, Leticia Borges e Bruna Domenegueti Smanioti,

pelo companheirismo, trabalho, apoio e conhecimento compartilhado - sem vocês nada seria possível.

Ao Guilherme S. L. Sampaio pela ideia do projeto pela insistência em conseguir financiamento e em todo o processo para conclusão desta etapa. Agradeço pela paciência e pelos ensinamentos que me proporcionaram crescimento pessoal e profissional.

À Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina e à University of Nevada, Reno (UNR) - EUA por novas experiências, pelo aprendizado profissional e aprimoramento nos respectivos idiomas.

A Caroline de Lima Francisco pela ajuda laboratorial, bem como, a amiga Patrícia Cardoso Luz pela ajuda laboratorial e companheirismo.

Agradeço aos amigos que estiveram sempre presentes nos dias de euforia pelas conquistas, nos dias de tristeza pelas desventuras e por hoje estarem presentes na realização do meu sonho.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Cadeia produtiva da carne bovina.....	5
2.2 O bem-estar animal	6
2.3 O estresse dos bovinos	8
2.3.1 Indicadores para avaliação fisiológica do estresse em bovinos	9
2.4 Manejo pré-abate.....	12
2.5 Abate e a conversão do músculo em carne	14
2.6 Qualidade da carne.....	16
3 REFERÊNCIAS.....	20
CAPÍTULO 2*.....	33
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO	38
2 MATERIAL E MÉTODOS	42
3 PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO.....	48
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	50
Avaliações sanguíneas	50
Avaliações de carcaça	57
Qualidade da carne bovina.....	59
Metabolismo glicolítico	62
5 CONCLUSÃO	65
6 REFERÊNCIAS.....	80
CAPÍTULO 3.....	91

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 INTRODUÇÃO

A importância econômica da cadeia produtiva da carne bovina brasileira é muito conhecida e pode ser demonstrada pelos 7,42 milhões de cabeças abatidas no segundo trimestre do ano de 2017 (IBGE, 2017), bem como a exportação brasileira de carne bovina que ultrapassou países como Austrália e Índia (USDA, 2016). Em vista disso, o Brasil, possui destaque mundial quanto a produção, exportação e consumo interno de carnes, sendo estes mercados consumidores que reivindicam produtos com qualidade e cada vez mais o bem-estar animal tem sido uma das exigências destes consumidores, principalmente mercados como a União Europeia (GARDINI et al., 2014, QUEIROZ et al., 2014).

Ao que se refere aos aspectos relacionados ao bem-estar dos animais durante os manejos que antecedem o abate ainda é preciso desenvolver, aprofundar e ampliar a legislação para que os animais tenham o cuidado e atenção necessários, além de atender às exigências do mercado consumidor. Esse é o desafio que a cadeia produtiva da carne tem enfrentado e que exige mudanças em todos os processos, desde o manejo da cria até o abate dos animais (GARDINI et al., 2014).

O período pré-abate engloba desde a retirada dos animais da fazenda até o abate. Os manejos durante este período, acarretarão consequências diretas ou indiretas no equilíbrio do organismo, gerando estresse, alterando os rendimentos das carcaças, bem como as características físico-químicas e sensoriais da carne, o que afeta seu processo de industrialização da carne (FERGUSON; WARNER, 2008; MIRANDA-DE-LA-LAMA et al., 2013; TEKE et al., 2014).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que trata do regulamento técnico dos métodos de insensibilização, voltados ao abate humanitário de animais de açougue (BRASIL, 2000), determina entre as condutas que eram exigidas, a realização do período pré-abate com o jejum de sólidos, descanso e dieta hídrica.

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) alterada pelo Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, preconiza

a permanência dos animais por 24 horas nos currais de espera dos frigoríficos para a realização do jejum, descanso e dieta hídrica, exceto para períodos de transporte inferior a 2 horas, no qual o tempo de permanência dos animais no curral de abate pode ser reduzido para 6 horas (BRASIL, 1952). Contudo, os estabelecimentos de abate padronizam este em 24 horas, independentemente do tempo de transporte.

O recém-publicado, Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 ou novo RIISPOA, no dia 30 de março de 2017, estabelece, no Art. 103 que indica a proibição do abate de animais que não tenham realizado descanso, jejum e dieta hídrica, porém é recomendado respeitar a singularidade das espécies, por meio de normas complementares, bem como quando ocorrem situações de emergência que possam comprometer o bem-estar animal (BRASIL, 2017).

As pesquisas relacionadas ao transporte, tempo e distância de transporte, densidade, contusões durante o transporte e manejo pré-abate são amplamente realizadas. Os resultados obtidos nestes estudos têm sido implantados na cadeia produtiva ao longo dos anos, por exemplo, a aplicação de indicadores de estresse que podem ser utilizados durante o manejo pré-abate para avaliar a intensidade deste período na resposta metabólica do organismo animal. Estes estudos verificam os efeitos deste período na produção e produto a qualidade do produto final (MARQUES et al., 2012; EARLEY et al., 2013; TEKE et al., 2014; POLIZEL NETO et al., 2015; SUHARYANTO et al., 2015; MENDONÇA et al., 2016; LOSADA-ESPINOSA et al., 2018)

A resolução nº 675, de 21 de junho de 2017 (BRASIL, 2017b), estabelece as diretrizes para o transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição. Entretanto, para o período de permanência dos animais no curral de abate, até o momento, é mantido o bom senso dos estabelecimentos de abate. Estes padronizam o que se caracteriza por mais prático, generalizando o mesmo período de curral para todos os animais sem que sejam consideradas características como tempo e distância de transporte, raça, idade, sexo, se castrado ou não, tipo de terminação – pasto ou confinamento.

Os animais mantidos no curral de abate enfrentam em ambiente desconhecido, mistura de lotes, maior tempo de contato com humanos, privação de alimento e redução do espaço para movimentação. As horas que deveriam ser utilizadas para recuperação

do estresse do transporte e necessárias para redução do conteúdo gastrointestinal, passam a ter efeito inverso, elevando o nível do estresse podendo torná-lo crônico com efeitos irreversíveis (MENDONÇA et al., 2016; SILVA et al., 2016; DEVLIN et al., 2017).

As perdas econômicas são elevadas na cadeia produtiva da carne (BUAINAIN; BATALHA, 2007; POLIZEL NETO et al., 2015). Os efeitos irreversíveis do estresse pré-abate no organismo do animal vivo têm consequências negativas no produto final (CHEN et al., 2016).

Em vista das recentes alterações na legislação é notório que os temas relacionados ao manejo pré-abate e ao abate humanitário são importantes e necessitam de pesquisas e resultados que possam orientar e sustentar essas mudanças. Sendo evidente a carência de informação e base científica em relação ao período de permanência adequado no curral de abate.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O abate de animais destinado ao consumo tornou-se alvo de inúmeras pesquisas nos últimos anos, principalmente após a observação que os eventos que antecedem ao abate influenciam na qualidade da carne (BOURGUET et al., 2011; MIRANDA-DE-LAMA et al., 2013; ROMERO et al., 2013).

2.1 Cadeia produtiva da carne bovina

O setor agropecuário brasileiro contribui com 22,5% do produto interno bruto (PIB) do país, sendo 6% deste referente apenas a carne bovina, que apresentou de 1994 a 2016 o crescimento anual de 2,8%, demonstrando a importância da cadeia produtiva de carne bovina (EMBRAPA, 2016; GOMES et al., 2017).

O crescimento na produção deve ser analisado pelo desenvolvimento e evolução da cadeia produtiva como um todo, englobando os processos do campo à mesa. A cadeia de produção da carne bovina é iniciada no produtor com o melhoramento genético, visando o melhor desempenho e produção. Com este mesmo objetivo e a utilização das boas práticas de produção, a criação destes animais é continuada, nos

alicerces da nutrição, bem-estar, sanidade e rastreabilidade (BUAINAIN; BATALHA, 2007; EMBRAPA, 2016).

A etapa de criação envolve os insumos necessários para a pastagem, silagem e outros apoios necessários a nutrição, bem como, a suplementação mineral, produção de grãos e formulação da ração (BUAINAIN; BATALHA, 2007). A cadeia tem continuidade na indústria, com a retirada dos animais da propriedade iniciado pelo transporte, abate, processamento, comercialização e, finalmente, atinge o consumidor (EMBRAPA, 2016).

A cadeia produtiva funciona em função do mercado consumidor, interno ou exportação. Para a aceitação de um produto, o bem-estar animal tem sido um quesito considerado pelo consumidor, contudo, a “produção com bem-estar animal” ocupa a sexta posição entre as exigências do mercado, como demonstrado pela “World Animal Protection”, com a pesquisa “Consumo às cegas - Percepção dos consumidores sobre bem-estar animal ” (WAP, 2017). Outro resultado desta mesma pesquisa indica que 82% dos brasileiros tem intenção de comprar produtos com selo de bem-estar animal. Além disso, nove em cada dez brasileiros, acreditam que a carne tem melhores propriedades quando os animais são criados segundo os conceitos de bem-estar animal, ou seja, a carne tem qualidade (VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2017; WAP, 2017).

A qualidade da carne ou de outro produto pode ser definida quando este produto satisfaz as expectativas do consumidor principalmente quanto aos atributos sensoriais como a cor, maciez, sabor e a suculência. Estes influenciam na decisão de compra e preferência do consumidor (DEVLIN et al., 2017; JONGE; VAN TRIJP, 2013).

A conscientização e preocupação quanto ao bem-estar dos animais de produção, pelo consumidor brasileiro tem aumentado, visando não apenas o necessário para a sobrevivência como também para evitar o sofrimento do mesmo neste processo. Entretanto, o consumidor reconhece que tem pouco conhecimento quanto aos sistemas de produção utilizados no país (VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2017; YUNES et al., 2017).

2.2 O bem-estar animal

O sistema intensivo de produção e terminação em confinamento é o ato de limitar lotes de animais em piquetes ou currais, onde a alimentação e água são

fornecidos em cocho. Os animais são conduzidos ao confinamento durante todo o ano principalmente na época de seca do ano, período com pouca chuva e escassez de forragem para pastejo, quando não irrigado. Este sistema de terminação é utilizado pois visa o aumento da velocidade de engorda reduzindo a idade dos bovinos no momento do abate, podendo apresentar elevado nível tecnológico com maior quantidade de animais por área (BASTIAN-PINTO et al., 2015; CARDOSO, 2000; GONÇALVES; SALOTTI-SOUZA, 2017).

O aumento do abate de animais confinados, onde 12,49% do total de animais abatidos no Brasil foram terminados em confinamento no ano de 2016, fez com que aumentassem o número pesquisas relacionadas ao bem-estar destes animais neste período de terminação e manejo pré-abate (CATTELAM et al., 2014; ABIEC, 2017; CATTELAM et al., 2016; GONÇALVES; SALOTTI-SOUZA, 2017)

O fundamento do conceito abrange a saúde física e mental dos animais, bem como, a sua integração harmônica com o ambiente, ou seja, uma relação entre o estado físico e mental na ausência de emoções negativas, podendo apresentar emoções positivas (WEBSTER, 2001; HEWSON, 2003).

O tema de bem-estar tem sido trabalhado e estudado há muito anos, principalmente após a publicação do Relatório do Comitê Técnico para Inquérito ao Bem-Estar de Animais mantidos sob Sistemas de Criação de Pecuária Intensiva em 1965, onde foi iniciada a criação das cinco liberdades (FAWC, 2009; MCCULLOCH, 2013).

Atualmente este conceito utilizado é (1) livre de fome e sede, com acesso livre à água e dieta para manter a saúde e vigor; (2) livre de desconforto, com ambiente apropriado, que possua abrigo e área de descanso confortável; (3) livre de dor, lesões e doenças, com prevenção, diagnóstico e tratamento rápidos; (4) livre para expressar o comportamento normal e natural, com espaço suficiente, instalações adequadas e específicas de cada espécie animal; (5) livre de medo e angústia, com condições e tratamento, que evitem o sofrimento mental. Estes conceitos também têm sido questionados, aprimorados e ampliados para abranger todas as questões relacionadas a criação, manutenção e produção de animais, principalmente em sua forma intensiva (BOTREAU et al., 2007; FAWC, 2009; MCCULLOCH, 2013; MELLOR, 2016).

Sendo assim, todo fator que altere o equilíbrio do organismo animal é visto como agente estressante. Qualquer alteração na rotina, no ambiente ou comportamento natural causará desconforto que além de gerar incômodo, pode assim comprometer a qualidade do produto final (WSPA, 2012; PIGHIN et al., 2015).

Os fatores que podem gerar desconforto e incômodo ao animal, são conhecidos como fatores estressantes, estes podem variar em origem, frequência, duração e intensidade. Estes são representados por toda ação, movimentação, alteração climática, ambiental, pessoas ou animais, que alterem de alguma forma a homeostase, ou o equilíbrio do organismo animal. As reações do organismo dos bovinos são baseadas em seu comportamento e visam a adaptação às diversas condições e situações, que podem ser intensamente estressantes ou não (WSPA, 2012; CHEN et al., 2016; MENDONÇA et al., 2016; FERANADES et al., 2017).

2.3 O estresse dos bovinos

O estresse pode ser caracterizado como o conjunto de reações fisiológicas necessárias para a adaptação a novas situações, entretanto essa resposta pode levar ao desequilíbrio do organismo, dependendo da intensidade e duração desta reação. O estresse pode ser estimulado por estado emocional negativo ou positivo, contudo a adaptação levará a restauração do equilíbrio ou homeostase (HOBFOLL, 1989; TERLOUW et al., 2008).

Segundo o Programa Nacional de Abate Humanitário – STEPS, o estresse é o indicador essencial para analisar o bem-estar dos bovinos. O organismo destes animais prioriza a homeostase e quando são expostos a fatores estressantes reagem pela combinação de respostas, que podem ser bioquímicas, fisiológicas e/ou comportamentais (WSPA, 2012; FERNANDES et al., 2017).

Visando a homeostase, quando é rompido o equilíbrio do organismo, este iniciará a resposta ao fator estressante, essa resposta é conhecida como a síndrome da adaptação geral (SAG), descrita por Selye (1946), composta 3 fases. A primeira, chamada de alarme ou alerta devido ao estresse agudo, consiste na resposta rápida do Sistema Nervoso Simpático (SNS), que viabiliza a ativação das glândulas suprarrenais, iniciando a secreção hormonal de cortisol, adrenalina e noradrenalina. Estes

inicialmente elevam a frequência cardíaca, respiratória e aumentam os níveis de glicose sanguínea (VERDALE; DALMAU, 2012; ZULKIFLI et al., 2014; NJISANE; MUCHENJE, 2017).

A segunda fase é a de adaptação ou resistência, devido ao estresse crônico. Nessa fase a secreção de glicocorticoides é contínua, o que permite ao organismo, neste ponto, seu melhor desempenho físico e cognitivo, para neutralizar o agressor. Caso isto não ocorra, é iniciada a terceira e última etapa, a de exaustão, que ocorre quando os fatores estressores são prolongados e intensos, mantendo a resposta do organismo, tornando-a crônica e desencadeando as alterações fisiológicas e comportamentais, que levam a uma sobrecarga energética e exaustão dos sistemas, ou seja, a incapacidade de resolver de forma adequada a situação frente ao fator estressante, que pode ocasionar sofrimento e causar variações fisiológicas (SELYE, 1946; VERDALE ; DALMAU, 2012; ZULKIFLI et al., 2014; ŠÍMOVÁ et al., 2016).

2.3.1 Indicadores para avaliação fisiológica do estresse em bovinos

Os parâmetros fisiológicos sanguíneos podem ser utilizados para avaliar o estresse. Exemplos de respostas fisiológicas são desidratação, variação de eletrólitos, balanço energético negativo, catabolismo de gordura e proteínas (SUHARYANTO, 2015). As análises sanguíneas antes e após um fator estressante, confirmam as reações do organismo. A alteração das concentrações dos componentes sanguíneos são parâmetros que relacionam o estresse com o metabolismo e suas consequências no organismo, quando em animais de produção, podem afetar a qualidade do produto final (MIRANDA-DE-LA-LAMA et al., 2013; NEWMAN; VERDIN, 2014; ROLAND et al., 2014).

Alguns estudos, como os realizados por Murata (2007), Ott et al., (2011), Etim et al., (2014) e Roland et al., (2014), demonstram que marcadores presentes no fluxo sanguíneo garantem confiabilidade aos resultados das pesquisas com estresse e bem-estar. Estes autores verificaram que o estresse causa alterações na concentração sanguínea de metabólitos como proteínas totais, cortisol, glicose, hematócrito percentual e hemoglobina por exemplo, devido a resposta fisiológica do organismo animais.

Estes parâmetros sanguíneos foram avaliados em importantes pesquisas e são essenciais para embasar fisiologicamente que o estresse causa desconforto e altera o metabolismo dos animais quando expostos a fatores relacionados às horas de jejum realizadas no pré-abate (VOGEL et al., 2011; GARDNER et al., 2014; ROMERO et al., 2014).

A fome ou a não ingestão adequada de alimento, proporciona ao organismo falta de energia, desta forma o consumo das fontes e reservas energéticas é iniciada em resposta a essa necessidade o que pode comprometer gerando o balanço energético negativo do animal, interferindo no equilíbrio entre a quantidade de energia ingerida e o total gasto pelo organismo. Este pode ser avaliado pela glicemia elevada, devido a glicogenólise e gliconeogênese hepática em situações de jejum alimentar. Assim como, pela mensuração sérica de ácidos graxos não-esterificados (NEFA ou “Non Esterified Fat Acids”) e do β -hidroxibutirato (BHB), cujos aumentos indicam respectivamente, lipólise e cetose, que ocorrem em resposta à redução do glicogênio hepático e a hipoglicemia (MIRANDA-DE-LA-LAMA et al., 2010; VOGEL et al., 2011; ZIMERMAN et al, 2011; DOELMAN et al., 2012).

A desidratação pode ser verificada pela análise sanguínea do hematócrito, eletrólitos, corpos cetônicos e das proteínas totais. O animal quando submetido a um fator estressante inicia a primeira fase da SAG com a secreção hormonal do cortisol, como descrito anteriormente. O aumento na concentração do cortisol inibe a ação do hormônio antidiurético vasopressina, o que eleva a taxa de filtração glomerular, primeira etapa na formação da urina, intensificando a diurese. A excessiva perda de água pela urina, tem como consequência o aumento na concentração sanguínea destes parâmetros (PARKER et al., 2003; FERGUSON; WARNER, 2008; PIGHIN et al., 2015).

O principal reflexo da privação de alimento e água é a perda de peso, durante o período de espera no curral de abate, pelo consumo das reservas energéticas presentes na gordura e no músculo. Geralmente em bovinos não é observada perda de peso da carcaça, quando o animal permanece até 24 horas em jejum. Sendo até este momento decorrente do conteúdo gastrointestinal e urina. Entretanto, essas privações podem comprometer o bem-estar do animal e gerar estresse principalmente pelo risco da

ocorrência de desidratação e fome (FERGUSON; WARNER, 2008; ROMERO et al., 2014; PIGHIN et al., 2015).

Quando o bovino está em situação de privação de alimento é iniciada a mobilização de gordura, para a produção de energia. Assim sendo, parâmetros sanguíneos como a glicose, lactato, NEFA, BHB e hemograma, avaliados antes e após um fator estressante, confirmam a atuação e as reações do organismo animal. As concentrações destas substâncias podem relacionar o estresse com o metabolismo e a necessidade desta mobilização poderá alterar a qualidade do produto final, a carne, em parâmetros como maciez e cor (MARQUES et al., 2012; EARLEY et al., 2013; NEWMAN; VERDIN, 2014).

Tradicionalmente, a intensidade do estresse tem sido avaliada pela mensuração de hormônios glicocorticoides, como o cortisol; contudo, esta substância apresenta rápida reação e declínio com grande variação em curtos períodos, além de grande variabilidade entre os animais (MOSTL; PALME, 2002; MPAKAMA et al., 2014).

No intuito de complementar e ampliar o estudo das reações dos organismos expostos ao estresse, recentes pesquisas têm buscado marcadores com maior durabilidade e sensibilidade aos diferentes tipos de estresse, como sede e fome, visando melhorar a avaliação do bem-estar animal, pois o estresse é conhecido por afetar a fisiologia e a imunidade dos animais (CARROLL; FORSBERG, 2007; EARLEY et al., 2013; MPAKAMA et al., 2014; ROLAND et al., 2014).

As concentrações plasmáticas das proteínas de fase aguda são alteradas, rapidamente, em animais submetidos a desafios externos ou internos, tais como, infecção, inflamação, trauma cirúrgico ou estresse. Estas são utilizadas em pesquisas como resposta aos desafios por apresentarem uma variação duradoura em seus níveis. Existem dois tipos de proteínas de fase aguda: as negativas, que incluem albumina e transferrina, e as positivas, como haptoglobina, proteína C-reativa, proteína amilóide sérica A, ceruloplasmina, fibrinogênio e alfa-1-glicoproteína ácida (MURATA et al., 2004; OTT et al., 2011; CECILIANI et al., 2012).

A concentração plasmática destas proteínas está relacionada à gravidade da disfunção orgânica, desta forma, a avaliação destes parâmetros permitem verificar a resposta sistêmica do sistema imune inato, bem como, a presença e a extensão da inflamação, infecção ou trauma. Estas proteínas são produzidas preferencialmente no

figado. As proteínas de fase aguda que se mostram mais significativas perante o estresse, são a haptoglobina, a proteína C-reativa e a amilóide sérica A, pois apresentam resposta imediata, gradual e contínua no sangue em resposta a estes estímulos (MURATA, 2007; ECKERSALL; BELL, 2010; OTT et al., 2011; CECILIANI et al., 2012).

A eficiência das proteínas de fase aguda como marcadores de estresse foi confirmada em diversos estudos com bovinos e ovinos, nos quais foram avaliados fatores estressantes como a desmama, a privação de água e o transporte (MARQUES et al., 2012; PICCIONE, et al., 2012; FAZIO et al., 2015).

Os parâmetros cortisol, leucócitos, proteína total, creatina-fosfoquinase, BHB e haptoglobina são confiáveis para indicar a exposição intensa dos animais aos fatores estressores. Contudo, mesmo se as concentrações sanguíneas de cortisol e de proteínas de fase aguda, como a haptoglobina, se alterem perante situações de estresse, o cortisol apresenta resposta rápida e curta, enquanto as proteínas de fase aguda exibem resposta tardia (24 horas) e duradoura, com até três semanas para retornar aos níveis basais, sendo notório que os manejos que antecedem o abate influenciam e agem na resposta fisiológica do organismo animal e seu bem-estar (GUZELBEKTES et al., 2010; MARQUES et al., 2012; WERNER et al., 2013; NEWMAN; VERDIN, 2014).

2.4 Manejo pré-abate

O período que antecede o abate e as movimentações que ocorrem no pré-abate englobam os eventos de pesagem e embarque na propriedade, transporte, desembarque, jejum e descanso no frigorífico. Estes procedimentos expõem os animais a grande variedade de estímulos muitas vezes negativos, como o manejo e o aumento do contato humano, o transporte em caminhões e estradas em condições precárias, ambientes não familiares, privação de alimentos e de água, mudanças na estrutura social devido a mistura ou separação dos lotes e alteração das condições climáticas (FERGUSON; WARNER, 2008; FAUCITANO, 2010; FALKENBERG et al., 2013).

Os estímulos podem ser considerados negativos quando desequilibram a homeostase do animal, como descrito anteriormente, a resposta adaptativa será ativada na tentativa de restaurar o equilíbrio. Como consequência à exposição desses fatores

estressantes no período pré-abate, o animal pode sentir medo, fome, aumentar a atividade física, apresentar desidratação e até mesmo fadiga e lesões corporais. A incapacidade de resolver de forma adequada alguns desses incômodos pode ocasionar sofrimento (FERGUSON; WARNER, 2008; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; ROMERO et al., 2013).

Os processos envolvidos no período pré-abate induzem à resposta de estresse, observada pelo aumento das concentrações de cortisol (FALKENBERG et al., 2013). O transporte dos animais é amplamente estudado em pesquisas e, aliado ao tempo de jejum, tem como resposta o estresse. Para amenizar as consequências fisiológicas do estresse tem sido utilizado o período de descanso nos currais de abate (FERGUSON; WARNER, 2008; EARLEY et al., 2013; MIRANDA-DE-LA-LAMA et al., 2013).

Desta forma, assim como o descanso insuficiente inviabiliza a restauração dos estoques energéticos, o excessivo tempo de permanência no curral de abate e consecutivamente, de jejum alimentar, podem repercutir em perda de peso, desidratação, inquietação, agressividade, sodomia e fadiga. Isto acontece devido à presença de fatores estressantes como sede, fome, ambiente desconhecido e interações sociais, principalmente para bovinos não castrados e/ou a mistura de lotes. O metabolismo energético influencia na qualidade da carne. Isso se deve ao tipo e intensidade do estresse sofrido pelo animal e ao tempo de recuperação ou descanso após este estresse. (VERDALE; DALMAU, 2012; ROMERO et al., 2013; MPAKAMA et al., 2014).

Um dos manejos pré-abate, o jejum, descanso e dieta hídrica realizado nos currais de abate, é utilizado pela indústria frigorífica. A legislação vigente (BRASIL, 1952), estabelece a permanência dos animais por 24 horas nos currais de espera dos frigoríficos. Contudo, em países europeus é comum abate de animais no dia da chegada, independente da distância percorrida os animais não devem permanecer sem alimentação por mais de 12 horas em espera para o abate no curral do frigorífico (COUNCIL, 1993). Alguns autores argumentam que este período no curral de abate, previsto para que os bovinos reabasteçam as concentrações de glicogênio muscular, reduz a desidratação e a perda de peso da carcaça, além disso, possibilita que os animais se recuperem dos efeitos negativos do transporte, como o gasto de energia e o estresse (MOUNIER et al., 2006; DEL CAMPO et al., 2010).

Outra importante questão é o ambiente, o local onde os bovinos são mantidos é desconhecido pelos mesmos, o contato visual e odor de outros animais e condições climáticas podem inibir a capacidade dos bovinos para descansar ou se recuperar, este período pode ser benéfico ou não e está associado a qualidade da carcaça e da carne (MOUNIER et al, 2006; DEL CAMPO et al., 2010; VERDALE; DALMAU, 2012; ROMERO et al., 2013).

2.5 Abate e a conversão do músculo em carne

Uma situação ou fator estressante ativa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e resulta na produção de hormônios glicocorticoides, dentre estes o cortisol. A glicogenólise ou a degradação do glicogênio muscular para consumo da glicose em forma e energia se inicia devido ao estímulo do cortisol, epinefrina e glucagon, na tentativa de reestabelecer a homeostase do organismo no animal vivo, ou seja, após enfrentar o fator estressante o organismo visa estabilizar as funções e reações físico-químicas recuperando o seu equilíbrio (FERGUSON; WARNER, 2008; CHULAYO et al., 2016; ŠÍMOVÁ et al., 2016; NJISANE; MUCHENJE, 2017).

O aumento na síntese e secreção de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) é responsável pela ligação ao receptor que define a síntese e liberação de glicocorticoides, como o cortisol, promovem a lipólise, glicogenólise e gliconeogênese que estimulam a mobilização e disponibilidade de glicose (MURATA, 2007; ECKERSALL; BELL, 2010; BRESNAHAN; TANUMIHARDJO, 2014).

A glicogenólise muscular inicia quando o organismo animal é submetido a jejum prolongado, exercício prolongado, condição estressante ou consumo reduzido de carboidratos. O conhecimento quanto a esse processo é importante pois a concentração de glicogênio muscular no momento do abate é o fator mais importante para a qualidade da carne. Quando esta é insuficiente os valores de pH podem ser superiores a 5,9 e em alguns casos afetar a qualidade com cortes escuros (TEKE et al., 2014; APAOBLAZA et al., 2015; ŠÍMOVÁ et al., 2016).

A recuperação do glicogênio muscular influencia a reação em cadeia que ocorre após o abate do animal, durante a conversão do músculo em carne. O glicogênio, não degradado durante o manejo pré-abate, passa a ser degradado pela glicogenólise no

post-mortem. A diminuição do pH ocorre devido à conversão anaeróbia do glicogênio em glicose-6-fosfato, glicose e lactato, resultando em uma acumulação de íons de hidrogênio pela formação de lactato, processo que ocorre até a inibição das enzimas pelo pH ácido (MONIN; SELLIER, 1985; OUALI et al., 2006; PEARCE et al., 2011).

A transformação do músculo em carne, não se inicia imediatamente após a sangria. Nesta etapa o organismo do animal tem reações e respostas visando o retorno ao equilíbrio (FERGUSON; WARNER, 2008; GUHA et al., 2012). Contudo, o colapso do organismo ocorre após a realização da sangria e a perda de aproximadamente 60% do volume total de sangue, restando apenas aquele retido nas vísceras e músculos (ROÇA et al., 2001).

A ausência de oxigênio após o abate, ou metabolismo anaeróbio, passa a ocorrer nos tecidos musculares. Esta transição entre metabolismo aeróbio e anaeróbico promove o consumo das reservas energéticas, o glicogênio. O consumo desta reserva ocorre após o abate, pois o organismo visa a homeostase, que não ocorrerá. A quebra do glicogênio, armazenado no músculo, em glicose e lactato, é acumulado no músculo, contribuindo com a queda do pH (ENGLAND et al., 2013; GARDNER et al., 2014; SILVA et al., 2014; PIGHIN et al., 2015).

O acúmulo do lactato no músculo, devido a ausência da circulação sanguínea, ocorre pelo processo de acidificação que, para bovinos, normalmente é de 15 a 36 horas para que o pH próximo a neutralidade, ou seja, com valores adjacentes a 7,2 reduza para 5,3- 5,7 (IMMONEN; PUOLANNE, 2000; HUFF-LONERGAN et al., 2010).

O pH baixo cessa o funcionamento dos sistemas enzimáticos, inibindo a glicólise, e principalmente pelos níveis muito baixos de adenosina trifosfato (ATP), os filamentos de actina e miosina, filamento finas e grossos que compõem a estrutura do sarcômero (unidade funcional contrátil da fibra muscular), se combinam de forma irreversível, iniciando o período de *rigor mortis*, tornando toda a musculatura inextensível (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005; HUFF-LONERGAN et al., 2010; ERTBJERG; PUOLANNE, 2017).

O início do *rigor mortis* é dependente da disponibilidade de ATP e da quantidade de glicogênio armazenado na musculatura no momento do abate. A resolução do *rigor* é progressiva, devido a fragmentação das estruturas, pela atividade das enzimas proteolíticas, estas são dependentes do pH, temperatura e íons de cálcio.

Desta forma, a qualidade da carne depende das reações que estão envolvidas na transformação do músculo após o abate, estas necessitam e são dependentes da concentração de glicogênio (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005; DEL CAMPO et al., 2010; CRUZEN et al., 2014; ERTBJERG; PUOLANNE, 2017).

A reação de degradação ou quebra do glicogênio resulta em glicose-6-fosfato, glicose e lactato, a soma destes compostos é conhecida como potencial glicolítico, calculada segundo a fórmula de Monin e Sellier (1985): $2 \cdot \{[glicose-6-fosfato] + [glicose] + [glicogênio]\} + [lactato]$, a quebra deste resulta na produção de ácido láctico no músculo após a morte do animal, como relatado anteriormente (ENGLAND et al., 2013; ŠÍMOVÁ et al., 2016).

O declínio do pH desempenha um papel importante na taxa de proteólise das proteínas miofibrilares pela calpaína, esta é atualmente considerada por muitos pesquisadores, o sistema proteolítico com maior responsabilidade pela degradação das proteínas musculares estabelecida durante as primeiras 24 horas *post-mortem*, devido a atuação desta enzima na linha Z. A degradação das proteínas musculares *post-mortem* interfere nos rendimentos de carcaça, e pode ser verificado perda de água por gotejamento e na qualidade da carne (PEARCE et al., 2011), pela capacidade de retenção de água (ERTBJERG; PUOLANNE, 2017), cor e força de cisalhamento (VEISETH-KENT et al., 2017).

2.6 Qualidade da carne

A relação entre o potencial glicolítico e o pH está comprovada, bem como, a relação entre o pH final da carne bovina e a qualidade da carne, demonstrando a importância do metabolismo *post-mortem* na qualidade da carne (MACH et al., 2008; VOGEL et al., 2011; ROMERO et al., 2013; APAOBLAZA et al., 2015).

Quando as reservas de glicogênio são insuficientes os valores do pH da carne podem permanecer acima de 5,7. Em casos extremos, como pH acima de 5,9, ocorre o sério problema da carne escura, firme e seca, também chamado de DFD, “Dark, Firm and Dry” ou “dark cutting” (ZIMERMAN et al., 2011; ROMERO et al., 2013; COOMBES et al., 2014; TEKE et al., 2014).

O pH e a qualidade da carne são influenciadas pelo tempo de espera e jejum, neste período ocorre o consumo das reservas energéticas do organismo, estas que deveriam ser utilizadas nas reações bioquímicas da transformação do músculo em carne. O resultado da alteração destas reações será o pH final elevado, carne de coloração escura e maior força de cisalhamento (ZIMERMAN et al., 2011; ROMERO et al., 2013; COOMBES et al., 2014; TEKE et al., 2014).

A demasiada extensão desse efeito é negativa, tanto para o pH quanto para a cor e a maciez da carne (ROMERO et al., 2013; MIGUEL et al., 2014; TEKE et al., 2014). O maior tempo de espera propiciará aumento no pH final e redução no nível de glicogênio muscular *in vivo*, devido ao gasto energético causado pelo excesso de exercício físico e estresse. Algumas pesquisas demonstram que transporte acima de 18 horas, o tempo de descanso deve ser de pelo menos 24h, na tentativa de reverter o estresse sofrido durante o transporte, como o retorno da glicose aos níveis basais (DEL CAMPO et al., 2010; EARLEY et al., 2013).

O consumo de glicogênio muscular, que é um dos efeitos do estresse, resulta em valores de pH elevado e a ocorrência de carne DFD, resultando na rejeição do produto pelo consumidor principalmente devido a coloração mais escura da carne (ZIMERMAN et al., 2011; TEKE et al., 2014), sendo considerado o principal problema de qualidade da carne bovina no Brasil (DE LIMA JUNIOR et al., 2012; MIGUEL et al., 2014).

A cor da carne é o principal atributo que governa a intenção de compra pelo consumidor, caso a cor não seja considerada aceitável o produto não será comprado e, conseqüentemente, todos os outros atributos sensoriais não serão observados e considerados na decisão de compra (VELHO et al., 2009; DUNNE et al., 2011; SUMAN; JOSEPH, 2013). Além da tonalidade da carne antes e após o cozimento são características consideradas pelos consumidores, sendo estas moduladas por inúmeros fatores intrínsecos, como o pH, e extrínsecos, como estresse *ante-mortem*, taxa de resfriamento e condições de estocagem (WULF et al., 2002; DUNNE et al., 2011; AMSA, 2012).

A cor é avaliada pelo sistema L*, a* e b*, onde L* indica o índice de luminosidade, os valores positivos de a* representam a intensidade de vermelho e os de b*, a intensidade de amarelo (MIGUEL et al., 2014; TEKE et al., 2014). Estes parâmetros quando associados ao pH, demonstram que quanto maior os valores de pH,

menores são os valores de L^* e b^* , com a carne mais escura e pouco atrativa ao consumo (PARANHOS DA COSTA et al., 2012; ROMERO et al., 2013; TEKE et al., 2014).

A tonalidade da cor (Hue – H^*), é utilizado para identificar a cor de forma descritiva (verde, vermelho, laranja, verde), utilizando a fórmula $H^* = (b^*/a^*)$, este parâmetro possibilite verificar a presença de outras cores, com menor intensidade, no caso a cor da carne é predominantemente vermelha, principalmente na percepção visual do ser humano, contudo a fórmula permite a identificação de outras cores que podem estar presentes, porém são imperceptíveis. A saturação da cor (Chroma – C^*), é utilizado para identificar a saturação ou força desta cor, utilizando a fórmula $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, identifica de forma objetiva a intensidade da cor, no caso o vermelho, muito importante para a decisão de compra, com esta fórmula é possível diferenciar as intensidades de vermelho nas diferentes amostras, pois utilizando apenas o resultado de a^* não é possível diferenciar a intensidade da cor (TAPP et al., 2011; AMSA, 2012).

A cor da carne *in natura* juntamente com o pH pode demonstrar objetivamente se a carne apresenta algum problema na qualidade, como por exemplo a ocorrência de carne DFD (MIGUEL et al., 2014; TEKE et al., 2014). Quando esta característica é confirmada na carne, além da rejeição pelo consumidor no momento da compra, a carne apresenta alteração após o cozimento, mantendo o tom avermelhado no interior da carne, mesmo após a exposição ao calor intenso (TAPP et al., 2011; SUMAN; JOSEPH, 2013).

A redução da intensidade de vermelho é normal na carne *in natura*, ocorre devido a mioglobina, principal pigmento responsável pela cor vermelha; esta devido ao processo de cozimento resulta na desnaturação da mioglobina solúvel, que é induzida pelo calor e responsável pela cor marrom-opaca das carnes cozidas (SUMAN; JOSEPH, 2013).

A avaliação da carne cozida indica a estabilização da cor da carne e a probabilidade do escurecimento prematuro. Durante o cozimento da carne, o consumidor identifica o quanto este alimento foi cozido pela cor da parte interna marrom, esta verificação não é suficiente para garantir que a temperatura de 70°C no interior do alimento tenha sido atingida. A carne DFD o tom avermelhado na parte interna é mantido mesmo após atingida a temperatura de cozimento dificultando a

verificação do cozimento. Esta temperatura é utilizada pois, evita a sobrevivência de microrganismos patogênicos, contudo, mesmo que o interior do produto esteja marrom, sem a presença de qualquer tom avermelhado, ainda assim não garante a inocuidade do alimento (SUMAN et al., 2009).

A cor da carne cozida pode ser alterada por fatores como atividade, quantidade e estabilidade da mioglobina, dieta, genética, manejo pré-abate, tipo de insensibilização, tempo de sangria, músculo analisado, pH, refrigeração, tempo de maturação, microbiologia, embalagem, tempo e temperatura de cozimento (MANCINI; HUNT, 2005; KING; WHYTE, 2006; TAPP et al., 2011; SUMAN; JOSEPH, 2013).

O cozimento da carne também é utilizado para avaliar a perda de água durante o processo (OBUZ; DIKEMAN, 2003; DEL CAMPO et al., 2010) e a maciez que a carne adquire após este procedimento (MCKENNA et al., 2004; HUFF-LONERGAN et al., 2010). As reações bioquímicas do processo de conversão do músculo em carne, quando ocorrem de maneira natural e com os substratos necessários, propiciam a maturação adequada permitindo a maciez final apropriada e apreciada pelo consumidor (HUFF-LONERGAN et al., 2010; VAN WEZEMAEL et al., 2014).

A maciez da carne é um tema amplamente estudado, este parâmetro de qualidade pode ser alterado por fatores como nutrição, genética, idade, manejo pré-abate, maturação, congelamento e descongelamento, embalagem, cozimento e método de análise (LEYGONIE et al., 2012; POLETI et al., 2015; AROEIRA, et al., 2016; BAO et al., 2016; NJISANE; MUCHENJE, 2017; SILVA et al., 2017), demonstrando a importância da pesquisa nos parâmetros de qualidade nos quais o consumidor irá basear sua intenção de compra (VAN WEZEMAEL et al., 2014).

As pesquisas que relacionam produção, bem-estar e qualidade de carne têm como objetivo suprir as exigências do mercado e ampliar a produção. Entretanto, algumas etapas pontuais da cadeia muitas vezes não são exploradas, devido à dificuldade em controlar todas as variáveis que podem influenciar os resultados. O tempo de jejum avaliado pelo bem-estar animal e pelas consequências na qualidade da carne é um tema que possui uma lacuna científica, estes resultados podem aprimorar o tempo de manejo e contenção dos animais, bem como agilizar o processo de abate na indústria.

O capítulo 2, intitulado “Jejum pré-abate de Nelore confinados: indicadores de estresse e qualidade da carne” está redigido de acordo com as normas para publicação no do periódico Meat Science - <https://www.journals.elsevier.com/meat-science>, disponível em: <<https://www.elsevier.com/journals/meat-science/0309-1740/guide-for-authors>>.

3 REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil da Pecuária no Brasil: Relatório Anual 2017. São Paulo: [s.l], 2017. 48 p. Disponível em:<<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

AMSA. Meat Color Measurement Guidelines – Revised December 2012. **American Meat Science Association**. Champaign, IL, USA, 136p. 2012. Disponível em: <<http://www.meatscience.org/publications-resources/printed-publications/amsa-meat-color-measurement-guidelines>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

AROEIRA, C. N. et al. Freezing, thawing and aging effects on beef tenderness from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Meat science**, v. 116, p. 118-125, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016300237>>. Acesso em 20 nov. 2017.

APAOBLAZA, A. et al. Glycolytic potential and activity of adenosine monophosphate kinase (AMPK), glycogen phosphorylase (GP) and glycogen debranching enzyme (GDE) in steer carcasses with normal (< 5.8) or high (> 5.9) 24h pH determined in *M. longissimus dorsi*. **Meat science**, v. 101, p. 83-89, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014004951>>. Acesso em 17 nov. 2017.

BAO, Y.; PUOLANNE, E.; ERTBJERG, P.. Effect of oxygen concentration in modified atmosphere packaging on color and texture of beef patties cooked to different temperatures. **Meat science**, v. 121, p. 189-195, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016301784>>. Acesso em 06 de nov. 2017.

BASTIAN-PINTO, C. L. et al. Incerteza e Flexibilidade na Pecuária de Corte Brasileira: o Valor da Opção de Confinamento. **Brazilian Business Review**, v. 12, n. 6, p. 102, 2015. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/pdf/1230/123042554005.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2017.

BOTREAU, R. et al. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. **Animal Welfare-Potters Bar Then Wheathampstead-**, v. 16, n. 2, p. 225, 2007. Disponível em: <<http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/356593>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BOURGUET, C. et al. Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: Relationships with organisational aspects of the abattoir and animal characteristics. **Meat science**, v. 88, n. 1, p. 158-168, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917401000447X>>. Acesso em 17 nov. 2017.

BRASIL. Decreto n.º 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] União**, Rio de Janeiro, RJ, v. 155, p. 10.785, 7 jul. 1952. Seção 1. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-30691-29-marco-1952-339586-norma-pe.html>>. Acesso em: 17 nov. 2017

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.º 3, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A./M.A.A. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, p.14-16, 24 jan. 2000. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf/view>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Decreto n. 9.013, de 29 de Março de 2017. Regulamenta a Lei n.º 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n.º 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal-RIISPOA. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, Distrito Federal, 30 mar. 2017. Seção 1, p. 3. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-publicacaooriginal-152253-pe.html>>. Acesso em 17 nov. 2017.

BRASIL (2017b). Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), Resolução n.º 675, de 21 de junho de 2017. Dispõe sobre o transporte de animais de produção ou interesse econômico, esporte, lazer e exposição. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, p.52-53, n.º120, 26 jun. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/DOUde26.06.2017RESOLUON675CONTRANTransportedeanimalis.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2017.

BRESNAHAN, K. A.; TANUMIHARDJO, S. A. Undernutrition, the acute phase response to infection, and its effects on micronutrient status indicators. **Advances in Nutrition: An International Review Journal**, v. 5, n. 6, p. 702-711, 2014. Disponível em: <<http://advances.nutrition.org/content/5/6/702.short>> Acesso em: 06 nov. 2017.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. Cadeia Produtiva da carne bovina. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/docs/cadeiasprodutivas/cadeia%20produtiva%20da%20carne%20bovina%20c%20capa.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CARDOSO, E. G. Confinamento de bovinos. **EMBRAPA gado de corte**, 2000. Disponível em: < <https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/CONFINAMENTO.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CATTELAM, J. et al. Comportamento social, frequência respiratória e escore de limpeza de novilhos confinados com diferentes espaços individuais. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 12, n. 1, p. 51-60, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/14739/14244>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CATTELAM, J. et al. Desempenho de novilhos confinados com diferentes espaços individuais. **Acta Tecnológica**, v. 11, n. 2, p. 27-41, 2016. Disponível em:

<<http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/actatecnologica/article/view/224/276>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CARROLL, J. A.; FORSBURG, N. E. Influence of stress and nutrition on cattle immunity. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 23, n. 1, p. 105-149, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749072007000047>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

CECILIANI, F. et al. Acute phase proteins in ruminants. **Journal of Proteomics**, v. 75, n. 14, p. 4207-4231, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874391912002102>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CHEN, Y. et al. Investigation of the physiological, behavioral, and biochemical responses of cattle to restraint stress. **Journal of animal science**, v. 94, n. 8, p. 3240-3254, 2016. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/94/8/3240>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CHULAYO, A. Y.; BRADLEY, G.; MUCHENJE, V. Effects of transport distance, lairage time and stunning efficiency on cortisol, glucose, HSPA1A and how they relate with meat quality in cattle. **Meat science**, v. 117, p. 89-96, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016300614>>. Acesso em 17 nov. 2017.

COUNCIL DIRECTIVE n°. 93/119. On the protection of animals at the time of slaughter or killing. Official Journal of the European Communities, N° 1.340/21,1993. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993L0119&from=EN>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

COOMBES, S. V. et al. The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. **Meat science**, v. 98, n. 4, p. 815-821, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014001971>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

CRUZEN, S. M. et al. Postmortem proteolysis in three muscles from growing and mature beef cattle. **Meat science**, v. 96, n. 2, p. 854-861, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005391>>. Acesso em 13 nov. 2017.

DEL CAMPO, M. et al. Finishing diet, temperament and lairage time effects on carcass and meat quality traits in steers. **Meat science**, v. 86, n. 4, p. 908-914, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010002937>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

DE LIMA JUNIOR, D. M. et al. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/2368>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

DEVLIN, D. J. et al. Factors affecting eating quality of beef. **Advances in Animal Biosciences**, v. 8, n. s1, p. s2-s5, 2017. Disponível em:

<<https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-animal-biosciences/article/factors-affecting-eating-quality-of-beef/73FECC85F07F8B659E935FAC312DD24B>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

DOELMAN, J. et al. Transcript profiling of the ruminant liver indicates a unique program of transcriptional regulation of ketogenic enzymes during food restriction. **Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics**, v. 7, n. 3, p. 303-310, 2012. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1744117X12000329>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

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. 42, n.1, p.1-22, 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141311002393>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

EARLEY, B; DRENNAN, M; O'RIORDAN, E. G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. **Research in veterinary science**, v. 95, n. 2, p. 811-818, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528813001641>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

ECKERSALL, P. D.; BELL, R. Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. **The veterinary journal**, v. 185, n. 1, p. 23-27, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023310001176>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Qualidade da carne – Do campo à mesa, Brasília – DF (2016). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne>>. Acesso em 06 nov. 2017.

ENGLAND, E. et al. Exploring the unknowns involved in the transformation of muscle to meat. **Meat science**, v. 95, n. 4, p. 837-843, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013001538>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

ERTBJERG, P.; PUOLANNE, E. Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. **Meat Science**, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017302188>>. Acesso em 17 nov. 2017.

ETIM, N. N. et al. Haematological parameters and factors affecting their values. **Agricultural Science**, v. 2, n. 1, p. 37-47, 2014. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.845.9292&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

FALKENBERG, S. M. et al. Evaluation of the endocrine response of cattle during the relocation process. **Livestock Science**, v. 151, n. 2, p. 203-212, 2013. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141312003551>>. Acesso em 20 nov. 2017.

FAUCITANO, L. Invited review: Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. **Canadian journal of animal science**, v. 90, n. 4, p. 461-469, 2010. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/cjas10020#.WkVNeN-nHIU>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FAZIO, F. et al. Utility of acute phase proteins as biomarkers of transport stress in ewes and beef cattle. **Italian journal of food safety**, v. 4, n. 2, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5076644/>>. Acesso em 20 nov. 2017.

FAWC - Farm Animal Welfare Council. **Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future**. Farm Animal Welfare Council, London, UK, 2009. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/319292/Farm_Animal_Welfare_in_Great_Britain_-_Past__Present_and_Future.pdf>. Acesso em 20 nov. 2017.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 12-19, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008001459>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FERNANDES, T. A. et al. Características comportamentais dos bovinos: Aspectos básicos, processo de aprendizagem e fatores que as afetam. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-16, 2017. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/636/63653009008.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GARDINI, A. O.; MATIAS, M. J. A.; AZEVEDO, D. B. Programas e práticas sustentáveis na bovinocultura de corte de mato grosso do sul: caminhos para a consolidação de uma bovinocultura sustentável. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, p. 1-18, 2014. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/reunir/index.php/uacc/article/view/158>>. Acesso em 13 nov. 2017.

GARDNER, G. E.; MCGILCHRIST, P.; PETHICK, D. W. Ruminant glycogen metabolism. **Animal Production Science**, v. 54, n. 10, p. 1575-1583, 2014. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/AN/AN14434>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

GOMES, R. C.; FEÍJO, G. L. CHIARI, L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Embrapa Gado de Corte, Nota Técnica, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/21470602/EvolucaoQualidadePecuaria.pdf/64e8985a-5c7c-b83e-ba2d-168ffaa762ad>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

GONÇALVES, G. A; SALOTTI-SOUZA, B. M. A importância do abate humanitário e bem-estar animal na cadeia de produção da carne bovina. **Revista Científica de Medicina Veterinária-UNORP**, v. 1, n. 1, p. 40-55, 2017. Disponível em: <<http://public.unorp.br:8083/ojs/index.php/revmedvetunorp/article/view/8>>. Acesso em 17 nov. 2017.

GUHA, A.; GUHA, R.; GERA, S. Study on the alteration of bubaline blood biochemical composition owing to slaughter. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 57, p. 12134-

12137, 2012. Disponível em: <<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/138004/127574>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GUZELBEKTES, H. et al. Serum amyloid A and haptoglobin concentrations and liver fat percentage in lactating dairy cows with abomasal displacement. **Journal of veterinary internal medicine**, v. 24, n. 1, p. 213-219, 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1939-1676.2009.0444.x/full>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

HEWSON, C. J. What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 44, n. 6, p. 496, 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC340178/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HOBFOLL, S. E. Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress. **American psychologist**, v. 44, n. 3, p. 513, 1989. Disponível em: <<http://psycnet.apa.org/fulltext/1989-29399-001.html>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat science**, v. 71, n. 1, p. 194-204, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005001257>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

HUFF-LONERGAN, E. H.; ZHANG, W.; LONERGAN, S. M. Biochemistry of postmortem muscle—Lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat science**, v. 86, n. 1, p. 184-195, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010001816>>. Acesso em 17 nov. 2017.

IBGE. Indicadores IBGE. Estatística da Produção Pecuária. Setembro de 2017. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201702caderno.pdf>. Acesso em 17 nov. 2017.

IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. **Meat Science**, v. 55, n. 3, p. 279-283, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174099001527>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

JONGE, J.; VAN TRIJP, H. C. M. Meeting heterogeneity in consumer demand for animal welfare: A reflection on existing knowledge and implications for the meat sector. **Journal of agricultural and environmental ethics**, v. 26, n. 3, p. 629-661, 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-012-9426-7>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

KING, N. J.; WHYTE, R. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 4, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2006.00029.x/full>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LEYGONIE, Coleen; BRITZ, Trevor J.; HOFFMAN, Louwrens C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. **Meat science**, v. 91, n. 2, p. 93-98, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012000149>>. Acesso em 13 nov. 2017.

LOSADA-ESPINOSA, N. et al. Pre-slaughter cattle welfare indicators for use in commercial abattoirs with voluntary monitoring systems: A systematic review. **Meat science**, 2017. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017312032>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A.; DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 232-238, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007002100>>. Acesso em 13 nov. 2017.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. Current research in meat color. **Meat science**, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500094X>>. Acesso em 13 nov. 2017.

MARQUES, R. S. et al. Effects of twenty-four-hour transport or twenty-four hour feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. **Journal of animal science**, v. 90, n. 13, p. 5040-5046, 2012. Disponível em: < <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/90/13/5040?highlight=&search-result=1>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MCCULLOCH, S. P. A critique of FAWC's five freedoms as a framework for the analysis of animal welfare. **Journal of agricultural and environmental ethics**, v. 26, n. 5, p. 959-975, 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-012-9434-7>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MCKENNA, D. R.; KING, D. A.; SAVELL, J. W. Comparison of clam-shell cookers and electric broilers and their effects on cooking traits and repeatability of Warner-Bratzler shear force values. **Meat science**, v. 66, n. 1, p. 225-229, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174003000950>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

MELLOR, D. J. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the "Five Freedoms" towards "a Life Worth Living". **Animals**, v. 6, n. 3, p. 21, 2016. Disponível em: < <http://www.mdpi.com/2076-2615/6/3/21/htm>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MENDONÇA, F. S. et al. Fatores que afetam o bem-estar de bovinos durante o período pré-abate. **Arquivos de zootecnia**, v. 65, n. 250, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/495/49545852025/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MENDONÇA, F. S. et al. Características raciais e de carcaça nas perdas por contusões e no pH final da carne de bovinos machos castrados e fêmeas de descarte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1809-68912017000100221&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 nov. de 2017.

MIGUEL, G. Z. et al. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore x Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat science**, v. 96, n. 2, p. 884-891, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013005159>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MIRANDA-DE-LA-LAMA, G. C. et al. Effect of the pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. **Livestock Science**, v. 128, n. 1, p. 52-59, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141309003448>>. Acesso em 13 nov. 2017.

MIRANDA-DE-LA-LAMA, G. C. et al. Influence of social dominance on production, welfare and the quality of meat from beef bulls. **Meat science**, v. 94, n. 4, p. 432-437, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013001046>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MONIN, G.; SELIER, P. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. **Meat Science**, v. 13, n. 1, p. 49-63, 1985. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174085800048>>. Acesso em 20 nov. 2017.

MOSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic animal endocrinology**, v.23, n.1, p.67-74, 2002. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724002001467>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MOUNIER, L. et al. 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, n. 6, p. 1567-1576, 2006. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/84/6/0841567?highlight=&search-result=1>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MPAKAMA, T.; CHULAYO, A. Y.; MUCHENJE, V. Bruising in slaughter cattle and its relationship with creatine kinase levels and beef quality as affected by animal related factors. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)**, v.27, n.5, p.717-725, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4093197/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MURATA, H.; SHIMADA, N.; YOSHIOKA, M. Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. **The Veterinary Journal**, v. 168, n. 1, p. 28-40, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023303001199>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MURATA, H. Stress and acute phase protein response: an inconspicuous but essential linkage. **The Veterinary Journal**, v. 173, n. 3, p. 473-474, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023306000955?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

NEWMAN, J. C.; VERDIN, E. β -hydroxybutyrate: much more than a metabolite. **Diabetes research and clinical practice**, v. 106, n. 2, p. 173-181, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822714003349>>. Acesso em 13 nov. 2017.

NJISANE, Y. Z; MUCHENJE, V. Farm to abattoir conditions, animal factors and their subsequent effects on cattle behavioural responses and beef quality—A review. **Asian-**

Australasian journal of animal sciences, v. 30, n. 6, p. 755, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5411837/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

OBUZ, E.; DIKEMAN, M. E. Effects of cooking beef muscles from frozen or thawed states on cooking traits and palatability. **Meat science**, v. 65, n. 3, p. 993-997, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002003145>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

OTT, S. et al. The acute phase protein, haptoglobin: a potential parameter in welfare assessment?. In: **5th International conference on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level (WAFL 2011)**. Wageningen Academic Publishers, p. 83-83, 2011. Disponível em: <<https://biblio.ugent.be/publication/3095610>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

OUALI, A. et al. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 44-58, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006001653>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

PARANHOS DA COSTA, M. J. et al. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 221-226, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012000861>>. Acesso em; 13 nov. 2017.

PARKER, A. J. et al. Dehydration in stressed ruminants may be the result of cortisol-induced diuresis. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 512-519, 2003. Disponível em: <<http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/81/2/0810512>>. Acesso em 13 nov. 2017.

PEARCE, K. L. et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review. **Meat science**, v. 89, n. 2, p. 111-124, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174011001434>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

PICCIONE, G. et al. Utility of acute phase proteins as biomarkers of transport stress in ewes. **Small ruminant research**, v. 107, n. 2, p. 167-171, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092144881200226X>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

PIGHIN, D. G. et al. Biochemical profiles and physicochemical parameters of beef from cattle raised under contrasting feeding systems and pre-slaughter management. **Animal Production Science**, v. 55, n. 10, p. 1310-1317, 2015. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/AN/AN13378>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

POLETI, M. D. et al. Genetic variants in glucocorticoid and mineralocorticoid receptors are associated with concentrations of plasma cortisol, muscle glycogen content, and meat quality traits in male Nellore cattle. **Domestic animal endocrinology**, v. 51, p. 105-113, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073972401400112X>>. Acesso em 06 nov. 2017.

- POLIZEL NETO, A. et al. Perdas econômicas ocasionadas por lesões em carcaças de bovinos abatidos em matadouro-frigorífico do norte de Mato Grosso. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 324-328, 2015. Disponível em: <<http://189.126.110.61/pesqvetbras/article/view/26277>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- QUEIROZ, M. L. V. et al. Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1953/195329757020/>>. Acesso em 13 nov. 2017.
- ROÇA, R. O. et al. Efeitos dos métodos de abate de bovinos na eficiência da sangria. **Food Science and Technology (Campinas)**, p. 244-248, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000200021>. Acesso em 17 nov. 2017.
- ROLAND, L.; DRILLICH, M.; IWERSEN, M. Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, p. 1-7, 2014. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1040638714546490>>. Acesso em 13 nov. 2017.
- ROMERO, M. H. et al. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. **Meat science**, v. 95, n. 2, p. 256-263, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013002088>>. Acesso em 17 nov. 2017.
- ROMERO, M. H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L. F.; SÁNCHEZ, J. A. Physiological profiles of Zebu steers during transport and pre-slaughter. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 27, n. 4, p. 282-289, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902014000400006&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 227-243, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012001234>>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- SELYE, H. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. **The journal of clinical endocrinology**, v. 6, n. 2, p. 117-230, 1946. Disponível em: <[http://www.jacionline.org/article/0021-8707\(46\)90159-1/fulltext](http://www.jacionline.org/article/0021-8707(46)90159-1/fulltext)>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- SILVA, B. et al. Características endócrinas, metabólicas e indicadoras da qualidade da carne em bovinos Nelore castrados e não castrados. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 904-910, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2014nahead/a12414cr2013-0066.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2017.
- SILVA V. L. et al. Causas de condenação total de carcaças bovinas em um frigorífico do estado do Paraná. Relato de Caso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 4, p. 730-741, 2016. Disponível em: <<http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/365>>. Acesso em: 13 nov. 2017.
- SILVA, D. R. G. et al. Comparison of Warner-Bratzler shear force values between round and square cross-section cores for assessment of beef Longissimus tenderness. **Meat science**, v.

125, p. 102-105, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016305630>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

ŠÍMOVÁ, V. et al. Pre-transport factors affecting the welfare of cattle during road transport for slaughter—a review. **Acta Veterinaria Brno**, v. 85, n. 3, p. 303-318, 2016. Disponível em: <<https://actavet.vfu.cz/85/3/303/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SUHARYANTO, S. Metabolic Responses on Transport Stress and the Effect on Meat Characteristics (A Review). **Jurnal Sain Peternakan Indonesia**, v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jspi/article/view/94>> Acesso em 13 nov. 2017.

SUMAN, S. P. et al. Effect of lactate-enhancement, modified atmosphere packaging, and muscle source on the internal cooked colour of beef steaks. **Meat science**, v. 81, n. 4, p. 664-670, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008003707>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

SUMAN, S.P.; JOSEPH, P. Myoglobin chemistry and meat color. **Annual Review of Food Science and Technology**, n.4, p.79-99, 2013. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/med/23190143>>. Acesso em 06 nov. 2017.

TAPP, W. N.; YANCEY, J. W. S.; APPLE, J. K. How is the instrumental color of meat measured?. **Meat Science**, v. 89, n. 1, p. 1-5, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010004134>>. Acesso em 06 nov. 2017.

TERLOUW, E. M. C. et al. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **animal**, v. 2, n. 10, p. 1501-1517, 2008. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/pre-slaughter-conditions-animal-stress-and-welfare-current-status-and-possible-future-research/4371828DC78D6C3E61693C8753FE3085>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

TEKE, B. et al. Effects of different lairage times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. **Meat science**, v. 96, n. 1, p. 224-229, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013003264>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade – October 2016**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.

VAN WEZEMAEL, L. et al. Relationships between sensory evaluations of beef tenderness, shear force measurements and consumer characteristics. **Meat science**, v. 97, n. 3, p. 310-315, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174013003562>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E. et al. Farm Animal Welfare Influences on Markets and Consumer Attitudes in Latin America: The Cases of Mexico, Chile and Brazil. **Journal of**

Agricultural and Environmental Ethics, v. 30, n. 5, p. 697-713, 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-017-9695-2>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

VEISETH-KENT, E. et al. Can postmortem proteolysis explain tenderness differences in various bovine muscles?. **Meat science**, v. 137, p. 114-122, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017302875>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

VELHO, J. P. et al. Disposição dos consumidores porto-alegrenses à compra de carne bovina com certificação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.38, p.399-404, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Tamara_Oliveira/publication/262761240_Willingness_of_consumers_from_Porto_Alegre_county_Rio_Grande_do_Sul_state_for_purchasing_beef_meat_at_with_certification/links/53e0ceda0cf2d79877a50352.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VOGEL, K. D. et al. Effect of water and feed withdrawal and health status on blood and serum components, body weight loss, and meat and carcass characteristics of Holstein slaughter cows. **Journal of animal science**, v. 89, n. 2, p. 538-548, 2011. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/89/2/538?highlight=&search-result=1>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

WAP - World Animal Protection. Consumo às cegas—Percepção dos consumidores sobre bem-estar animal. 55 p. 2017. Disponível em: <https://www.worldanimalprotection.org/cdn/farfuture/_IZUNGVEyfhKuq4ISGUJE14yn4usZBGvVYUnGO-tzLo/mtime:1481556755/sites/default/files/br_files/consumo_as_cegas_latam.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.

WEBSTER, A. J. F. Farm animal welfare: the five freedoms and the free market. **The veterinary journal**, v. 161, n. 3, p. 229-237, 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S109002330090563X>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

WERNER, M. et al. Effects of a long-distance transport and subsequent recovery in recently weaned crossbred beef calves in Southern Chile. **Livestock Science**, v. 152, n. 1, p. 42-46, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141312004775>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

WSPA. Sociedade Mundial de Proteção Animal. Abate humanitário de bovinos. Rio de Janeiro: AMA Editora e Treinamento Ltda., 2012. 148p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Programa%20STEPS%20%E2%80%93%20Abate%20Humanit%C3%A1rio%20de%20Bovinos.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

WULF, D. M. et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 7, p. 1895-1903, 2002. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/80/7/1895?highlight=&search-result=1>>. Acesso em 06 nov. 2017.

YUNES, M. C.; VON KEYSERLINGK, M. A.G.; HÖTZEL, M. J. Brazilian citizens' opinions and attitudes about farm animal production systems. **Animals**, v. 7, n. 10, p. 75,

2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-2615/7/10/75/htm>>. Acesso em: 17 nov. 2017.

ZIMERMAN, M. et al. Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different pre-slaughter stressors. **Small Ruminant Research**, v. 100, n. 2, p. 137-142, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448811002537>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

ZULKIFLI, I. et al. Changes in blood parameters and electroencephalogram of cattle as affected by different stunning and slaughter methods in cattle. **Animal Production Science**, v. 54, n. 2, p. 187-193, 2014. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/an/an12128>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

CAPÍTULO 2*:

“Jejum pré-abate de Nelore confinados: indicadores de estresse e qualidade da carne”

*Artigo científico elaborado de acordo com as normas do periódico Meat Science - <https://www.journals.elsevier.com/meat-science>.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar o período de jejum alimentar pré-abate mais adequado para Nelores terminados em confinamento e submetidos à curta jornada de transporte, considerando aspectos de bem-estar animal e qualidade da carne. O experimento foi realizado com 60 animais, machos não castrados, selecionados de mesmo lote do confinamento e divididos em 3 grupos: 6, 12 e 24 horas de jejum. As amostras de sangue foram colhidas antes do embarque (pré-jejum) e na calha de sangria (pós-jejum), assim como, foram avaliados os parâmetros relacionados a desidratação e função renal (proteínas totais, sódio, potássio, cloreto, cálcio ionizado, intervalo aniônico – “ânion GAP” e Nitrogênio ureico sanguíneo ou “Blood Urea Nitrogen” - BUN, hematócrito percentual, hemoglobina), mobilização energética (ácidos graxos não esterificados – NEFA, β -hidroxibutirato – BHB e creatinina), resposta das proteínas de fase aguda (haptoglobina - Hp e proteína amiloide A - SAA) e avaliação do estresse (cortisol, glicose, lactato e dióxido de carbono total). Durante o resfriamento, o pH foi mensurado no *Músculo longissimus thoracis*, e colhidas amostras para análise do potencial glicolítico (glicogênio, glicose, glicose-6-fosfato e lactato). Após o resfriamento, amostras do *M. longissimus thoracis* foram colhidas e avaliadas para perda de peso por descongelamento, cor objetiva (L*, a* e b*, H* e C*), umidade, perda por cozimento e força de cisalhamento. Os resultados para os parâmetros sanguíneos relacionados à desidratação e função renal foram normais quando comparados aos valores de referência para bovinos, entretanto, foram verificadas diferenças entre os tratamentos com relação aos parâmetros de desidratação e função renal com as menores concentrações nos animais do tratamento de 6h de jejum pré-abate. As proteínas totais,

cortisol, glicose e lactato demonstraram estar acima dos valores de referência, nas coletas pré e pós-jejum. Quanto a mobilização de gordura e energia, NEFA e BHB não apresentaram diferença entre os tratamentos. As proteínas de fase aguda, Hp e SAA, não diferiram entre os tratamentos. As características de carcaça, análises de qualidade da carne e cor da carne cozida não diferiram entre os tratamentos. A cor objetiva avaliada na carne *in natura* foi verificada menor saturação da cor, além de menor intensidade de vermelho e amarelo dos animais pertencentes ao tratamento 6 horas. Entre os tratamentos não foram verificadas diferenças em relação a queda do pH em função do tempo, assim como, no valor do pH final (24 horas). Foi verificada diferença entre os tratamentos com relação ao potencial glicolítico e a concentração de lactato na coleta final (24 horas), sendo menor nas amostras dos animais do tratamento 6 e 12 horas de jejum pré-abate, contudo, não alterou o pH final das amostras. Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos quanto ao glicogênio, glicose-6-fosfato e glicose. Os resultados indicam que o jejum pré-abate por 6h pode ser utilizado na indústria frigorífica sem alterar o bem-estar animal e a qualidade da carne, evitando o estresse pelo tempo excessivo de espera no frigorífico.

Palavras-chave: cortisol; NEFA e BHB; *M. longissimus thoracis*; Nelore; bem-estar animal.

ABSTRACT

The objective of the present study was to investigate the pre-slaughter fasting period most appropriate for Nellore finishing in feedlot and submitted to the short transport journey, considering aspects of animal welfare and meat quality. The experiment was carried out on 60 bovines, non-castrated male, selected from the same feedlot pen and divided into 3 groups: 6, 12 and 24 hours of fasting. The blood samples were collected before shipment (pre-fasting) and in the bleed gutter (post-fasting), as well as the parameters related to dehydration and renal function (total proteins, sodium, potassium, chloride, ionized calcium, anion GAP and Blood Urea Nitrogen (BUN), percentage hematocrit, hemoglobin), energetic mobilization (non-esterified fatty acids - NEFA, β -hydroxybutyrate - BHB and creatinine), acute phase proteins response (haptoglobin - Hp and amyloid A protein - SAA) and stress evaluation (cortisol, glucose, lactate and total carbon dioxide). During cooling, the pH was measured in *Muscle longissimus thoracis*, and samples were taken for analysis of the glycolytic potential (glycogen, glucose, glucose-6-phosphate and lactate). After cooling, samples of *M. longissimus thoracis* were collected and evaluated for weight loss by thawing, objective color (L*, a* and b*, H* and C*), moisture, cooking loss and shear force. The results for the blood parameters related to dehydration and renal function were normal when compared to the reference values for cattle, however, differences between treatments were verified regarding dehydration parameters and renal function with the lowest concentrations in the 6h treatment animals of fasting pre-slaughter. Total proteins, cortisol, glucose and lactate were found to be above the reference values, in the pre and post-fast collection. Regarding the mobilization of fat and energy, NEFA

and BHB showed no difference between the treatments. The acute phase proteins, Hp and SAA, did not differ between treatments. The carcass characteristics, meat quality and meat color analysis did not differ between treatments. The objective color evaluated in the meat *in natura* was verified lower saturation of the color, besides lower intensity of red and yellow of the animals belonging to the treatment 6 hours. Among the treatments, no differences were observed in relation to the drop in pH as a function of time, as well as in the final pH value (24 hours). It was observed a difference between the treatments with respect to the glycolytic potential and the lactate concentration at the final collection (24 hours), being lower in the samples of the treatment animals 6 and 12 hours of pre-slaughtering fast, however, did not alter the final pH of the treatments. samples. There were no differences between treatments for glycogen, glucose-6-phosphate and glucose. The results indicate that fasting pre-slaughter for 6 hours can be used in the meat industry without altering animal welfare and meat quality, avoiding stress due to excessive waiting time in the slaughterhouse.

Keywords: cortisol; NEFA and BHB; *M. longissimus thoracis*; Nelore; animal welfare.

1 INTRODUÇÃO

Os aspectos relacionados ao bem-estar de bovinos durante o período pré-abate, que consiste nas etapas compreendidas entre o embarque e o abate, têm sido amplamente estudadas, devido a sua importância para todos os elos da cadeia produtiva (Bourguet et al., 2011; Miranda-de-la-Lama et al., 2013; Romero et al., 2013).

Os resultados destes estudos poderiam ser mais utilizados para evoluir a legislação e desta forma ser incorporado pela indústria, visando principalmente atender o exigente mercado consumidor externo. Este é o desafio mais relevante da cadeia produtiva da carne brasileira, o que exige mudanças em todos os processos, desde o manejo da cria até o abate dos animais (De Oliveira et al., 2014; Falkenberg et al., 2013; Faucitano, 2010; Ferguson & Warner, 2008).

O Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, no Brasil, ou novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), estabelece no Art. 103 a proibição do abate de animais que não tenham realizado jejum, descanso e dieta hídrica, é recomendado respeitar a singularidade das espécies, bem como, quando ocorrem situações de emergência que possam comprometer o bem-estar animal (Brasil, 2017).

A rotina dos estabelecimentos de abate padroniza que os animais serão desembarcados em um dia e abatidos no dia seguinte, como forma de controlar e cumprir com o que determina o RIISPOA, alterada pelo Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, preconiza a permanência dos animais por 24 horas nos currais de espera dos frigoríficos para a realização do jejum, descanso e dieta hídrica. Este decreto permanece vigente até a publicação das diretrizes específicas de cada espécie (Brasil, 1952).

Quando considerado o manejo feito na propriedade, onde muitos produtores iniciam o jejum antes do embarque dos animais, somado as horas de transporte e espera no frigorífico, o total de horas deste manejo em que o animal permanece em jejum normalmente excede as 24 horas. Isto se tornar um estímulo negativo, rompendo o equilíbrio do organismo animal (Njisane & Muchenje, 2017; Palma et al., 2009; Perrota, 2016).

Os estímulos são considerados negativos quando o animal sente medo, fome, cansaço, desidratação, lesão corporal e, em casos severos, pode ocorrer fadiga e exaustão. Estas situações afetam negativamente a homeostase animal, rompendo o equilíbrio interno do organismo que iniciará a resposta ao fator estressante. Essa resposta é conhecida como a síndrome da adaptação geral (SAG), descrita por Selye (1946), composta 3 etapas. A primeira é a fase de alarme ou alerta, visa o aumento dos níveis de glicose sanguínea para energia de uso rápido. A segunda fase é de adaptação ou resistência induz ao melhor desempenho físico e cognitivo, para neutralizar o agressor. Caso isto não ocorra, é iniciada a terceira etapa, de exaustão, que ocorre quando os fatores estressores são prolongados e intensos, mantendo a resposta do organismo de forma crônica. Estas levam a uma sobrecarga energética e exaustão dos sistemas, que pode ocasionar sofrimento e causar variações fisiológicas (Njisane & Muchenje, 2017; Selye, 1946; Šímová et al., 2016; Verdale & Dalmau, 2012; Zulkifli et al., 2014).

A incapacidade de resolver de forma adequada a situação frente ao fator estressante pode causar alterações fisiológicas que, além do cortisol, conhecido como o hormônio do estresse, também causam alterações dos eletrólitos e componentes sanguíneos. Dois exemplos destas alterações são a desidratação e a privação de alimento, que podem ser verificadas pela análise sanguínea de hematócritos percentuais,

eletrólitos, corpos cetônicos, ácidos graxos não esterificados (NEFA), creatinina e proteínas totais (Etim et al., 2014; Ferguson & Warner, 2008; Pighin et al., 2015).

Outra análise é a mensuração sérica do NEFA e do BHB, que quando verificada em altos níveis indicam lipólise e cetose, respectivamente, que ocorrem em resposta ao consumo do glicogênio hepático (Doelman et al., 2012; Ertbjerg; Puolanne, 2017; Vogel et al., 2011; Zimmerman et al., 2011).

Outro aspecto que tem sido estudado é a relação entre estresse e resposta de proteínas de fase aguda, que são um grupo de proteínas do sangue que alteram a concentração em animais sujeitos a desafios externos ou internos, tais como infecção, inflamação, trauma cirúrgico, estresse, ou outros fatores que interrompem a homeostase do organismo (Fazio et al., 2015; González et al., 2007).

Dentre as proteínas de fase aguda, a proteína amilóide sérica A (SAA) e a haptoglobina (Hp) são as consideradas de resposta positiva com maior relação com os bovinos. Estas são liberadas pelos hepatócitos após a estimulação das citocinas, que são mediadoras de curto e longo alcance, atuando em diversos tecidos para montar a resposta sistêmica, que resulta na elevada secreção de hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e glicocorticoides, bem como, das alterações nas concentrações de proteína plasmática (Bresnahan & Tanumihardjo, 2014; Eckersall & Bell, 2010; Murata, 2007).

A elevada secreção de ACTH é responsável pela ligação ao receptor que define a síntese e liberação de glicocorticoides, como o cortisol. Estes em elevadas concentrações promovem a lipólise, glicogenólise e gliconeogênese que estimulam a mobilização e disponibilidade de glicose (Bresnahan & Tanumihardjo, 2014; Eckersall & Bell, 2010; Parker et al., 2003).

A glicogenólise muscular ou a degradação do glicogênio em glicose inicia quando o organismo animal é submetido a jejum ou exercício prolongado, condição de

estressante ou consumo reduzido de carboidratos. (Apaoblaza et al., 2015; Šímová et al., 2016).

O glicogênio, não degradado durante o manejo pré-abate, passa a ser degradado pela glicogenólise. A diminuição do pH ocorre devido à conversão anaeróbia do glicogênio em glicose-6-fosfato, glicose e lactato, resultando em acúmulo de íons de hidrogênio por meio da formação de lactato, processo que ocorre até a inibição das enzimas pelo pH ácido (Monin & Sellier, 1985; Pearce et al., 2011; Ouali et al., 2006). Quando esta concentração é insuficiente os valores de pH podem ser superiores a 5,9 e em alguns casos afetar a qualidade com cortes escuros (Apaoblaza et al., 2015; Teke et al., 2014).

O declínio do pH desempenha um papel importante na taxa de proteólise das proteínas miofibrilares pela calpaína, o sistema proteolítico responsável pela degradação das proteínas musculares estabelecida durante as primeiras 24 horas *post-mortem*. A degradação das proteínas musculares *post-mortem* interfere nos rendimentos de carcaça, e pode ser verificado perda de água por gotejamento e na qualidade da carne (Pearce et al., 2011), pela capacidade de retenção de água (Ertbjerg; Puolanne, 2017), cor e força de cisalhamento (Veiseth-kent et al., 2017).

As perdas econômicas na cadeia produtiva da carne são elevadas devido aos manejos do período pré-abate (Buainain; Batalha, 2007; Polizel Neto et al., 2015). Os efeitos irreversíveis no organismo do animal vivo têm consequências negativas no produto final (Chen et al., 2016).

A legislação alterada no Brasil pelo Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 demonstra a necessidade de estudos relacionados aos temas relacionados ao manejo pré-abate e ao abate humanitário. Os resultados destes serão importantes para orientar e

sustentar as futuras mudanças. Sendo evidente a carência de informação e base científica em relação ao período de permanência no curral de abate mais adequado.

O presente estudo tem por objetivo investigar o período de jejum alimentar pré-abate mais adequado para bovinos Nelore terminados em confinamento e submetidos à curta jornada de transporte, considerando aspectos de bem-estar animal e qualidade da carne.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia com o protocolo nº 142/2014 em 05 de setembro de 2014.

O experimento foi realizado com 60 bovinos da raça Nelore, machos, não castrados de até 4 dentes. Estes foram divididos aleatoriamente em três grupos: 20 bovinos com 6 horas, 20 bovinos com 12 horas e 20 bovinos com 24 horas de jejum alimentar pré-abate.

Os foram fornecidos por uma propriedade rural localizada na cidade de Terenos, Mato Grosso do Sul - MS. Os animais foram abatidos em estabelecimento de abate e processamento, com fiscalização do Serviço de Inspeção Federal – SIF, localizado na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul - MS, distante aproximadamente 30 km da propriedade rural, o tempo entre o embarque na propriedade, transporte e desembarque no frigorífico foi de aproximadamente 1 hora.

A dieta fornecida aos animais foi composta por silagem de forragem, milho em grão, casca de soja, caroço de algodão, torta de algodão, farelo de soja, glúten úmido e

milho, Prote-N (Grasp), ureia e núcleo de confinamento, com a proporção de 10 % de volumoso e 90 % de concentrado.

Na propriedade onde se localizava o confinamento foram registrados os números do SISBOV (Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Bovinos e Bubalinos), utilizados para manter a rastreabilidade do experimento e os pesos de cada animal antes do jejum. A contagem do tempo de jejum foi iniciada com a retirada aleatória de 20 animais da mesma baia do confinamento, por 3 funcionários a cavalo, a sequência de saída e embarque dos animais foi realizada inicialmente pelos animais do tratamento 24, 12 e 6 horas de jejum pré-abate respectivamente, desta forma o abate dos animais ocorreu na mesma sequência. O manejo utilizado no estabelecimento de abate segue as regras diretrizes do manejo humanitário, respeitando o bem-estar do animal. Os animais tiveram acesso a água fresca e abundante durante todo o período de permanência no curral do frigorífico.

Colheitas e análises sanguíneas

A primeira coleta de sangue, soro e plasma ocorreu durante a pesagem feita antes do embarque dos animais. Após imobilização do animal em tronco de contenção, aproximadamente 40 ml de sangue da *Veia jugular* em tubos BD “Vacutainer”. Após a colheita, os tubos foram resfriados para posterior leitura em cartucho e, os demais tubos, para centrifugação e separação do soro e plasma segundo Probst et al. (2012).

O sangue contido no tubo BD “Vacutainer Sodium Heparin” foi utilizado para preencher cartucho descartável. Alíquota com 95 µl foi utilizada em cartucho Modelo i-STAT[®] CHEM8+ Cartridge (Abbott Point of Care Inc.) para leitura em analisador portátil (Modelo i-STAT[®] System – Abbott Point of Care Inc.), conforme orientações do fabricante (ABBOTT, 2014). Cada cartucho realiza quantificação no sangue total de

sódio, potássio, cloreto, cálcio ionizado, dióxido de carbono total (TCO₂) e intervalo aniônico em mmol/l, BUN, glicose e creatinina em mg/dL, hematócrito percentual e hemoglobina em g/dl (ABBOTT, 2014).

Os dois tubos de 10 ml com ativador de coágulo e dois tubos de 4 ml com fluoreto de sódio mais ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), foram identificados e homogeneizados, após o término da colheita (40 minutos por tratamento) realizou-se a centrifugação a 2000 x g por 20 minutos. O plasma e soro obtidos foram divididos em alíquotas de 400 µl e congeladas até o momento das análises, seguindo orientação dos respectivos kits de análise referente aos parâmetros analisados (Probst et al., 2012).

As amostragens do sangue pós-jejum foram colhidas na calha de sangria após o corte dos grandes vasos com auxílio de recipiente descartável. O conteúdo foi lentamente vertido em dois tubos de 10 ml com ativador de coágulo e dois tubos de 4 ml com fluoreto mais EDTA, que foram processados conforme método descrito na amostragem do sangue pré-jejum. Os procedimentos de leitura e utilizando o cartucho CHEM8+ conforme método descrito na amostragem do sangue pré-jejum.

As amostras de plasma e soro congeladas foram analisadas no Laboratório de Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

Foram utilizados kits enzimáticos comerciais para a determinação das concentrações de lactato (Lactato Enzimático – Labtest Diagnóstica S.A.), ácidos graxos não esterificados, ou “Non-esterified fatty acids – NEFA” (Ranbut NEFA – Randox Laboratories Limited), β-hidroxibutirato (Ranbut D-3-Hydroxybutyrate – Randox Laboratories Limited) e proteínas totais (Proteínas Totais – Labtest Diagnóstica S.A.), por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorvância específico para cada protocolo em sistema automático para bioquímica (Modelo SBA 200 – CELM). Kits por imunoenensaio competitivo, “Enzyme-linked immunosorbent

assay – ELISA”, foram utilizados para determinar as concentrações de cortisol (Cortisol AcuBind ELISA Kit – Monobind Inc.), haptoglobina (Bovine HP ELISA Kit - Haptoglobin – Fine Test) e proteína amiloide A (Bovine SAA ELISA Kit - Serum Amyloid – Fine Test).

Colheita de dados e amostras de carne bovina

No estabelecimento de abate foi realizado a caracterização das contusões de carcaça conforme o Programa Nacional de Abate Humanitário – STEPS (WSPA, 2012) e Padrão AUS-MEAT (AUS-MEAT, 2005). Também foram registrados os pesos de cada meia carcaça antes do resfriamento (peso de carcaça quente).

Durante o resfriamento foram determinadas as curvas de temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) do *M. longissimus thoracis* na altura do 12° espaço intercostal, por meio de medidor de pH de punção direta com termômetro acoplado (Modelo HI 99163 - Hanna Instruments), previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0 (Merck), antes de cada coleta. As medidas foram realizadas em todas as meias carcaças com 02, 08, 12 e 24 horas de resfriamento (Bruce et al., 2001; Kastner et al., 1993; Pinto Neto et al., 2013).

Juntamente às mensurações de pH, amostras de músculo foram colhidas com aproximadamente 5g somente das meias carcaças esquerdas com 02, 08, 12 e 24 horas de resfriamento no *M. longissimus thoracis* entre T₁₂ e T₁₃. As amostras colhidas foram individualmente acondicionadas em criotubos de 5 ml, imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e mantidas nestas condições até o momento da análise (Apaoblaza et al., 2015; Immonen & Puolanne, 2000).

No setor de corte primário ou desossa foram colhidas amostras com 10 cm de comprimento retiradas do *M. longissimus thoracis* entre as vertebrae T₁₂ e T₁₃. Estas

foram embaladas à vácuo e imediatamente congeladas para posterior avaliação da qualidade da carne. As amostras de *M. longissimus thoracis*, congeladas a -20°C, foram analisadas no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia da FCA/UNESP, Botucatu-SP.

O rendimento de carcaça foi calculado pela diferença percentual entre o peso vivo e a soma dos pesos das meias carcaças correspondentes antes do resfriamento (Dias et al., 2016).

Avaliações da qualidade da carne

A perda de peso por descongelamento foi calculada pela diferença de peso percentual obtido a perda de peso por descongelamento. Para a obtenção destes, cada amostra embalada foi pesada antes e após o descongelamento e gotejamento do exsudato (Eiras et al., 2016).

Amostras de *M. longissimus thoracis* descongeladas, padronizadas com 2,5 cm de espessura transversal, foram expostas ao ar por 30 minutos a 4°C para oxigenação. Três leituras foram realizadas em pontos aleatórios da superfície de corte por meio de espectrofotômetro portátil (CR-410 – Konica Minolta) com iluminante D₆₅, abertura de 8 mm (diâmetro) e ângulo de observação de 10° (AMSA, 2012). Em seguida, essas amostras foram cozidas e a cor reavaliada em três pontos aleatórios da face de corte, seccionada paralelamente as superfícies grelhadas, segundo Suman et al. (2009). Estes dados foram utilizados para calcular os parâmetros CIE L^* , a^* e b^* (Commission Internationale de l'Eclairage - CIE, 1976), saturação ou “chroma” ($C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) e ângulo de tonalidade ou “hue angle” ($h_{ab} = b^*/a^*$), conforme recomendações do “Meat Color Measurement Guidelines” (AMSA, 2012).

A umidade percentual foi realizada segundo método AOAC 950.46 (AOAC, 2012), com adaptação no tamanho do cadinho de porcelana, 3 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro, utilizando 1g de amostra.

A perda por cozimento e a força de cisalhamento foram determinadas conforme recomendações de Mckenna et al., (2004) e Savell et al., (1994). Foram padronizadas com 2,5 cm de espessura transversal e descongeladas com temperatura entre 2 e 5°C. As amostras de *M. longissimus thoracis* foram pesadas (peso inicial). O cozimento foi realizado utilizando chapa elétrica de dupla resistência. A amostra foi resfriada em temperatura ambiente até atingir 25°C e nova pesagem (peso final) foi realizada. A diferença percentual entre os pesos representa a perda de peso por cozimento.

Essas amostras cozidas foram individualmente embaladas, identificadas e mantidas sob refrigeração de 2 a 5°C por 24 horas. Oito cilindros de aproximadamente 2,5 cm de comprimento e 1,27 cm de diâmetro foram obtidos no sentido da fibra. Esses cilindros com temperatura entre 2 e 5°C foram avaliados em texturômetro (Modelo CT3 – Brookfield), equipado com dispositivo Warner-Bratzler com capacidade de 25 kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min.

As amostras dos *M. longissimus thoracis*, colhidas às 02, 08, 12 e 24 horas e mantidas a -80°C, foram utilizadas na determinação das concentrações de glicogênio, glicose, glicose-6-fosfato e lactato. A partir destas concentrações foi possível determinar o potencial glicolítico, segundo Monin e Sellier (1985), pela fórmula: $2. \{ [glicose-6-fosfato] + [glicose] + [glicogênio] \} + [lactato]$.

Foram utilizados kits enzimáticos comerciais, com método de extração recomendado pelo mesmo, para a determinação das concentrações de glicose-6-fosfato (Kit Activity Assay G6PDH – Cayman Chemical), glicogênio (Glycogen Assay Kit – Cayman Chemical), submetido a leitura por fluorescência com comprimento de onda de

excitação de 530-540 nm e emissão de 585-595 nm em leitor de microplacas SpectraMax M3 (Molecular Devices, LLC. CA, USA). Para as análises de glicose (Glicose Liquiform – Labtest Diagnóstica S.A.) e lactato (Lactato Enzimático – Labtest Diagnóstica S.A.), as análises foram feitas por espectrofotometria de ponto final, utilizando-se filtro de absorvância específico para cada protocolo em espectrofotômetro (Modelo SP 1105 – Bel Photonics do Brasil Ltda.).

3 PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO

Foram utilizados 60 bovinos de mesmo lote e baia do confinamento, divididos aleatoriamente em 3 grupos, sendo 20 animais para o tratamento de 24 horas de jejum pré-abate, o segundo grupo de 20 animais para o tratamento de 12 horas de jejum pré-abate e o terceiro grupo de 20 animais para o tratamento de 6 horas de jejum pré-abate. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SAS 9.4 TS1M2 (SAS Institute, Cary, NC, USA), considerando um nível de significância de 5%.

A análise estatística de todos os parâmetros, que foram avaliados antes e após a execução dos tratamentos (6, 12 ou 24 horas de jejum pré-abate), foi realizada de três formas: (1) análise isolada dos dados obtidos antes da execução dos tratamentos (pré-jejum); (2) análise isolada dos dados obtidos após a execução dos tratamentos (pós-jejum); (3) análise realizada com os dados obtidos a partir da diferença (cada animal) entre os resultados obtidos antes e após a execução dos tratamentos, considerando somente os animais com ambos resultados (pré e pós-jejum).

Todos os parâmetros foram analisados com modelos lineares mistos (“Proc Mixed”) e mistos generalizados (“Proc Glimmix”). Os resíduos dessas análises foram avaliados quanto a normalidade e a homocedasticidade (homogeneidade da variância).

Os dados quantitativos submetidos à análise de variância utilizando o procedimento “Proc Mixed” do SAS, com “tempo de jejum” (6, 12 ou 24 horas de jejum pré-abate) como efeito fixo e “animal” como unidade experimental. O teste de Tukey-Kramer foi utilizado para ajustar as comparações múltiplas. Além disso, a análise dos parâmetros avaliados durante o resfriamento das carcaças (pH e metabólitos energéticos) também tiveram “momento da mensuração” e a sua interação com o “tratamento” como efeitos fixos. Neste caso, o “momento da mensuração” também foi considerado medida repetida, sendo utilizada a estrutura de covariância “Unstructured”. Devido a ocorrência de interação ($P < 0,05$), o ajuste das comparações múltiplas foi realizado a partir da multiplicação dos valores de P dos testes “t-Student” (P_{diff}) pelo número de comparações realmente válidas entre os efeitos fixos.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão múltipla utilizando o procedimento “Proc Mixed” do SAS, com “tempo de jejum” (6, 12 ou 24 horas de jejum pré-abate) como efeito fixo e “animal” como unidade experimental. O coeficiente de determinação (R^2) das equações foi determinado utilizando o procedimento “Proc Reg” do SAS. Somente as análises de regressão múltipla com valor $P < 0,05$ serão apresentadas nos resultados.

Os dados binários foram submetidos à análise de regressão logística com razão de chances utilizando o procedimento “Proc Glimmix” do SAS, com “tempo de jejum” (6, 12 ou 24 horas de jejum pré-abate) como efeito fixo e “animal” como unidade experimental. O teste de Tukey-Kramer foi utilizado para ajustar as comparações múltiplas. Predição linear marginal (“noblup”) adicionada da fórmula “ $y = \frac{\exp(x)}{1 + \exp(x)}$ ” foi utilizada para calcular as ocorrências ajustadas e os respectivos intervalos de confiança com 95% de probabilidade. A interpretação deste tipo de análise

deve levar em consideração primeiro o valor de P e depois, somente se $P < 0,05$, o resultado da razão de chances.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Avaliações sanguíneas

Todos os parâmetros sanguíneos avaliados foram comparados com os valores de referência citados por Radostits et al. (2002), para o intervalo aniônico (ânion-GAP) o valor referência utilizado foi o citado por Freitas et al. (2010). As proteínas de fase aguda Haptoglobina (Hp) e proteína amiloide A (SAA) foram utilizados os valores de referência citados por Issi et al. (2017).

Os resultados referentes aos parâmetros sanguíneos que indicam estresse desidratação e alteração da função renal avaliados foram as concentrações de proteínas totais, sódio (Na), potássio (K), cloro (Cl), cálcio ionizado (iCa), nitrogênio ureico sanguíneo (BUN), hematócrito percentual, hemoglobina e “ânion GAP”. Estes foram avaliados estatisticamente pela diferença (pós-jejum – pré-jejum = diferença), devido a variação nos resultados dentro do mesmo tratamento referente as coletas pré-jejum e pós-jejum (Tabela 1).

Os resultados observados quanto aos parâmetros sanguíneos relacionados a desidratação e função renal permaneceram dentro dos valores de referência, exceto quanto a proteína total onde são verificados para referência 5,7 – 8,1 g/dl e no presente estudo os resultados antes da aplicação dos tratamentos (pré-jejum) são de 8,43; 8,78 e 9,46 g/dl para os tratamentos 6, 12 e 24 horas respectivamente. Da mesma forma os resultados da coleta após a aplicação dos tratamentos (pós-jejum) onde foram

verificados 8,33 g/dl para o tratamento 6 horas, para o tratamento 12 horas 8,90 g/dl e 9,22 g/dl para o tratamento 24 horas de jejum pré-abate.

Quanto a avaliação da diferença entre as coletas pré-jejum e pós-jejum, foi observado maior concentração do sódio para o tratamento 12 horas de jejum pré-abate. Os aumentos verificados pela diferença entre as coletas quanto aos níveis de potássio e cálcio ionizado foram significativos ($P < 0,05$) nos animais pertencentes ao tratamento 24 horas de jejum pré-abate, entretanto não foram observadas diferenças com relação aos níveis de Cloro (Tabela 1).

Os aumentos na concentração destes parâmetros podem ter ocorrido devido à perda de líquidos por diurese e a insuficiente ingestão de água durante o período de espera no frigorífico, levando a desidratação pelo estresse que eleva a concentração de cortisol inibindo o hormônio antidiurético (vasopressina) aumentando a filtração glomerular nos rins e conseqüentemente aumentando a diurese (Parker et al., 2003). Além disso, os animais submetidos a 24 horas de jejum pré-abate, permaneceram no curral de espera por mais tempo quando comparado aos demais tratamentos (Freitas et al., 2010; Gregory, 2008; Hogan et al., 2007).

O tratamento de 12 horas de jejum pré-abate foi observado redução significativa ($P = 0,0048$) para a concentração de BUN (Tabela 1). Os níveis mais baixos de BUN são afetados pelo aumento da ingestão de energia na dieta e na frequência de alimentação podem ser associadas a este resultado, indicando a necessidade do uso mais eficiente de nitrogênio no rúmen (Diaz González & Scheffer, 2003; González et al, 2000; Hammond, 1997).

Foi observado aumento das concentrações para o hematócrito percentual na diferença entre as coletas ($P = 0,0002$) os tratamentos 12 e 24 horas de jejum pré-abate. Para estes mesmos tratamentos foram verificadas maiores na concentração de

hemoglobina na diferença entre as coletas ($P = 0,0001$). As elevações nos níveis destes parâmetros podem ser relacionadas com o estresse e a não ingestão de alimento ou fome (Chaiyabutr et al., 1980).

Os resultados obtidos quanto aos parâmetros sanguíneos de desidratação e função renal demonstram que, o organismo dos animais pertencentes aos tratamentos 12 e 24 horas de jejum pré-abate responderam em maior proporção frente ao estresse do período pré-abate (Tabela 1).

Os níveis de proteínas totais avaliados pré e pós-jejum estão acima dos valores de referência (5,7 – 8,1 g/dl), estes demonstram que além da possibilidade de desidratação, outra resposta do organismo foi iniciar a degradação dos tecidos visando a produção de energia, com a liberação de aminoácidos para síntese de glicose no fígado quando os animais são submetidos aos fatores estressantes do manejo pré-abate (Diaz González & Scheffer, 2003; Westerblad et al., 2010). Estes resultados concordam com Liu et al. (2011) e Delavaud et al. (2013).

O resultado obtido para a concentração de “ânion GAP” pós-jejum, parâmetro que indica desidratação, estão acima dos valores de referência para bovinos, 12-18mmol/l, bem como foi verificado o aumento da concentração de “ânion GAP” ($P < 0,05$) para os animais do tratamento 24 horas, na coleta pós-jejum e na diferença entre as coletas (Tabela 1). A desidratação pode ocorrer devido ao ambiente ser desconhecido, podendo inibir a ingestão de água, mesmo com livre acesso, também deve ser considerado o aumento da diurese, como demonstrados por Earley et al. (2013), Parker et al., 2003 e Zimmerman et al. (2011), e verificado na revisão de Ferguson & Warner (2008). Demonstrando desequilíbrio ácido-base que possivelmente é devido ao estresse, os animais deste tratamento reduziram o consumo de água ou não se

hidrataram adequadamente durante o período de espera nos currais do frigorífico (Di Bartola, 2012; Ferguson & Warner, 2008; Schaefer et al., 1988).

A Tabela 2, demonstra a predição dos parâmetros sanguíneos e nesta pode ser verificada a diferença na concentração de sódio, entre as coletas pré-jejum e pós-jejum, reduz ($P = 0,0083$) em 0,11 g/dl a cada hora adicional de jejum pré-abate, sendo de 6,77 g/dl em animais que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate e de 4,13 g/dl para os animais que permaneceram 24 horas em jejum pré-abate

Com relação a diferença, entre as coletas pré e pós-jejum, a cada hora adicional de jejum foi constatado aumento de 0,02 g/dl para o potássio, sendo 0,84 g/dl em animais que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate e 1,32 g/dl para os animais que permaneceram 24 horas em jejum pré-abate. O aumento por hora adicional de jejum foi observado similarmente na diferença entre as coletas de 0,004 g/dl para o iCa ($P = 0,0004$), de 0,27 para o hematócrito percentual ($P < 0,0001$), de 0,10 g/dl para a hemoglobina ($P < 0,0001$) e de 0,15 g/dl para ($P = 0,0030$) o “ânion GAP”. Para o “ânion GAP” também foi constatado o aumento de 0,11 g/dl nas coletas pós-jejum (Tabela 2).

Os parâmetros sanguíneos analisados quanto a mobilização energética foram NEFA, BHB e creatinina. Os níveis de NEFA e creatinina estão dentro do considerado normal quando comparados aos valores de referência, de 1 a 2 mg/dl para o NEFA e 0,76 a 1,98 mg/dl para creatinina. Quando em jejum o organismo inicia a mobilização de energia utilizando os adipócitos com a liberação de NEFA, estes serão convertidos no fígado em corpos cetônicos como por exemplo o BHB e liberados na corrente sanguínea, indicando baixa necessidade na mobilização de gordura e energia (Earley et al., 2013; Marques et al., 2012).

Os níveis de BHB observados estão abaixo dos valores de referência (0,35 – 0,47 mmol/l) para bovinos, nas coletas pré e pós-jejum para todos os tratamentos, entretanto foi verificado aumento significativo para a diferença nos animais do tratamento 24 horas de jejum pré-abate, indicando o início da necessidade de mobilização da gordura (Earley et al., 2013; Marques et al., 2012).

Contudo, o significativo aumento nos níveis de NEFA ($P < 0,0001$) observados na coleta pós-jejum (Tabela 3) nos tratamentos 6 e 24 horas pós-jejum e indica o início da mobilização da gordura, o que demonstra a resposta do organismo ao estresse do manejo pré-abate até o momento do abate. Estes resultados concordam com os encontrados por Earley et al. (2013) e Marques et al. (2012).

A concentração de creatinina se manteve dentro dos valores de referência, contudo, foi significativa ($P = 0,0328$) quando verificada a diferença quanto ao pós e pré-jejum, sendo observado aumento para os animais do tratamento 24 horas. O aumento do nível de creatinina é iniciado pela necessidade de energia do organismo, sendo sintetizada nas células musculares a partir da conversão da creatina. Assim sendo, quando o animal é submetido a exercício intenso, ocasiona danos a musculatura e, como consequência, a liberação de energia e elevação dos níveis séricos de creatinina (Soto-Blanco, 2015; Werner et al., 2013). Este aumento ocorreu apenas no tratamento 24 horas de jejum pré-abate, possivelmente pela necessidade do organismo em mobilizar energia, devido ao maior número de horas que estes animais permaneceram no curral de espera.

Os níveis de Hp diferiu ($P < 0,05$) quanto as coletas pré e pós-jejum, entretanto os resultados encontrados estão dentro valores de referência verificados em bovinos saudáveis de <0.1 mg/ml (Issi et al., 2017). Sendo verificada maior sensibilidade para a SAA, com redução dos níveis plasmáticos, como o verificado por Nazifi et al. (2009).

A SAA não diferiu entre os tratamentos e os períodos estudados (Tabela 4), permanecendo dos valores de referência para bovinos saudáveis (< 24000 ng/ml). Este resultado demonstra que a resposta ao estresse neuroendócrino induzida pelos tratamentos não foi intensa o suficiente para iniciar a mobilização das citocinas desencadeando a resposta imunológica do organismo frente aos processos inflamatórios, o que concorda com os resultados de Guzelbektes et al. (2010) e Marques et al. (2012).

A concentração de cortisol sérico não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos, e na diferença entre os períodos de coleta (Tabela 5), contudo, os resultados nos dois períodos de coleta estão acima dos valores de referência (Radostits et al., 2002).

Os elevados níveis de cortisol demonstram que os animais estão estressados, independente da duração do tempo de jejum e espera no curral de abate do frigorífico. A agitação provocada pelo manejo pré-abate faz o organismo animal iniciar as respostas fisiológicas visando a homeostase (Chulayo et al., 2016; Šímová et al., 2016). O que foi comprovado pelo valor positivo da diferença entre as coletas no presente estudo para os tratamentos de 12 e 24 horas de jejum pré-abate.

A diferença no resultado da concentração de glicose no período pós-jejum ($P < 0,0001$), conforme Tabela 5, condiz com os elevados níveis de cortisol, acima dos valores de referência, pois este hormônio estimula a produção e liberação de glicose na circulação sanguínea, bem como, a quebra de proteína muscular, visando a mobilização energética para que o organismo consiga reagir ao fator estressante (Chulayo et al., 2016; Falkenberg et al., 2013; Šímová et al., 2016). Os significativos e elevados valores verificados na diferença entre as coletas para a concentração de glicose ($P = 0,0050$), demonstram que o organismo dos animais do tratamento de 24 horas de jejum pré-abate (Tabela 5) necessitou iniciar a mobilização de energia devido ao maior período que

permaneceram no curral de espera do frigorífico, mesmo resultado observado por Pighin et al. (2015) e Chulayo et al. (2016).

A concentração de lactato não diferiu entre os períodos estudados ($P > 0,05$). Contudo, os níveis séricos no período pós- jejum estão acima dos valores de referência e o valor elevado da diferença (Tabela 5) entre os períodos de coleta demonstram a mobilização de energia pelo organismo durante o período pré-abate, concordando com os resultados obtidos por Coombes et al. (2014) e Doelman et al. (2012).

No presente estudo os níveis de TCO_2 (Tabela 5) estão dentro da normalidade, quando comparados aos valores de referência para bovinos, segundo Radostits et al. (2002). O nível TCO_2 é um dado complementar à avaliação do equilíbrio ácido-base, sendo indicado para classificar o desequilíbrio metabólico, todavia, o desequilíbrio ácido-base não ocorreu de forma acentuada não alterando este parâmetro (Di Bartola, 2012; González et al., 2000).

Nas condições estabelecidas por este estudo (Tabela 6), foi possível constatar ($P=0,0073$) a redução quanto ao TCO_2 de 0,11 mmol/l por hora adicional de jejum pós-abate, sendo 23,32 mmol/l nos animais que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate e 20,68 mmol/l nos animais do tratamento 24 horas. Também foi observada redução de 0,14 mmol/l para a diferença entre as coletas ($P=0,0176$) do mesmo parâmetro (Tabela 6).

A glicose sanguínea aumentou 1,47 mg/dl por hora adicional de jejum pré-abate, iniciando em 90,97 mg/dl para os animais que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate e 126,25 mg/dl em animais do tratamento de 24 horas de jejum pré-abate. Também ocorreu o aumento de 1,15 mg/dl por hora adicional de jejum pré-abate na diferença entre as coletas pré e pós-jejum (Tabela 6). Estes resultados indicam que a glicose sanguínea aumentou devido à necessidade energética para o organismo retornar

ao estado de equilíbrio, como explanado na revisão de Gebregeziabhear (2015), concordando com os resultados obtidos por Pighin et al. (2015)

Os resultados referentes ao BHB sanguíneo reduziram em 0,002 mmol/l por hora adicional de jejum pré-abate nas coletas pós-jejum e 0,004 mmol/l na diferença entre as coletas pré e pós-jejum (Tabela 6), demonstrando que o organismo não atingiu o ponto crítico de mobilização de gordura e energia com o jejum por 24 horas, não necessitando aumentar os níveis séricos de BHB, o que condiz com os resultados obtidos por Romero et al. (2014) e Tadich et al. (2003).

Os parâmetros sanguíneos avaliados se mostraram importantes quanto a reação do organismo animal durante o manejo pré-abate, tido como crítico, que antecede o abate. Os resultados demonstraram que o maior tempo jejum e espera no curral de abate modificam as concentrações sanguíneas em resposta ao estresse. A maioria das concentrações que foram alteradas quando verificados os resultados quanto ao pós-jejum e a diferença entre as coletas, ocorreu por níveis aumentados ou reduzidos de forma significativa, demonstrando que acima de 24 horas os danos podem ser irreversíveis ao organismo.

Avaliações de carcaça

Os resultados apresentados na Tabela 7 são referentes ao peso vivo, peso da carcaça quente e rendimentos das carcaças. Não foram detectadas diferenças ($P > 0,05$) conforme o aumento do período de jejum alimentar.

O peso vivo dos animais obtido no embarque não diferiu entre os tratamentos (Tabela 7). A homogeneidade dos pesos iniciais possibilita avaliar de forma equivalente os resultados dos demais parâmetros avaliados. Os tempos de jejum e dieta hídrica não influenciaram o peso de carcaça quente e rendimento de carcaça (Tabela 7), indicando

que manter os animais por menos tempo não altera estes parâmetros concordando com os resultados obtidos por Dias et al. (2016) e Vaz et al. (2013).

Outras pesquisas que estudaram períodos acima de 24 horas de espera no curral do frigorífico indicam que o aumento do tempo de jejum pode causar maiores perdas de peso, pelo consumo das reservas de gordura, desidratação pelas perdas de fluidos corporais (Šímová et al., 2016; Teke et al., 2014).

O rendimento de carcaça não diferiu entre os tratamentos (Tabela 7) e os valores obtidos estão de acordo com as médias verificadas por Dias et al. (2016) e Vaz et al. (2013).

O número de contusões por carcaça não diferiu entre os tratamentos (Tabela 7), os animais foram submetidos aos mesmos manejos pré-abate e estes não interferiram nos rendimentos das carcaças. Foram verificadas em média 2 contusões por carcaça, o que condiz com os resultados de contusões encontrados em outros estudos, nos quais os animais foram transportados por curta distância (~150 km) e tempo de transporte (~3h) (Adzitey, 2011; Ferguson et al., 2007). As lesões e contusões verificadas podem ter ocorrido durante o transporte devido a mudança de ambiente e a movimentação dos animais ocasiona estresse e dependendo da maneira como esse processo poderão surgir, além das lesões, prejuízos na qualidade da carne, bem como nos rendimentos das carcaças. O período de espera no curral do frigorífico quando em excesso, eleva a incidência de contusões e prejudica a qualidade do produto final. (Mendonça et al., 2016; Moreira et al., 2014; Strappini et al., 2010; Romero et al., 2012).

Na visão do bem-estar animal, este resultado demonstra que reduzir as horas de permanência no curral de abate não altera os parâmetros utilizados nas avaliações da carcaça e conseqüentemente na qualidade final da carne. Os tratamentos nos quais os animais foram submetidos, 6, 12 e 24 horas de jejum pré-abate não afetam os resultados

dos parâmetros avaliados acima, desta forma a utilização de 6 horas reduz o tempo de exposição dos animais aos fatores estressantes podendo agilizar a rotina da indústria.

Qualidade da carne bovina

Os resultados de perda de peso por descongelamento, umidade, perda de peso por cocção e a força de cisalhamento não diferiram entre os tratamentos (Tabela 8), indicando que estes parâmetros não foram afetados, mesmo submetendo os animais a diferentes períodos de jejum e dieta hídrica, no curral de espera do frigorífico.

A perda de peso por descongelamento e umidade não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 8). Os valores verificados para a perda por descongelamento se mantiveram dentro da perda esperada de 3 a 8% (Barbera & Grigioni, 2015; Li et al., 2014).

Os resultados verificados para umidade permaneceram dentro dos valores de referência de 70 e 75% (Hautrive et al., 2012), demonstrando que o reduzido tempo de jejum (6h) e permanência no curral de abate não alterou a ambos os parâmetros de qualidade da carne.

A perda de peso por cocção e a força de cisalhamento das amostras avaliadas não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$). Os valores obtidos para perda de peso por cocção permaneceram dentro da normalidade (15-35%), quando comparados aos valores encontrado por Pathare & Roskilly (2016) e Pearce et al. (2011).

O valor médio de 7,74 kg obtido com relação a força de cisalhamento da carne, é elevado, quando comparado a 4,5 kg, valor que pode ser considerado aceitável para carne bovina segundo Lawrie (2006). Entretanto, este resultado é considerado normal quando verificado na literatura quanto a genética e idade dos animais, concordando com

Alves & Mancio, (2007) e Miguel et al. (2014), evidenciando que os tratamentos não interferiram neste parâmetro.

O pH pode influenciar na força de cisalhamento, estudos indicam que carnes com pH acima de 5,7 tendem a maior força de cisalhamento (Cisro, 2006; Gallo, 2010; Holdstock et al., 2014). Os resultados encontrados no presente estudo para as médias do pH final (Figura 1), são verificados valores acima de 5,81 demonstrando que este parâmetro pode ter influenciado nos resultados quanto a força de cisalhamento.

Os resultados referentes a cor objetiva da carne *in natura* diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos para saturação da cor (C^*), a intensidade de vermelho (a^*) e a intensidade de amarelo (b^*), conforme Tabela 8. Os valores elevados de C^* , a^* e b^* quando comparados entre os tratamentos, demonstram que a carne proveniente de animais que permaneceram em jejum pré-abate por 24 horas apresentou a coloração vermelha mais intensa. Entretanto, a pequena diferença numérica entre as amostras é imperceptível aos olhos humanos, este resultado concorda com Teke et al. (2014) e Probst et al. (2012).

Os menores valores obtidos para estes parâmetros, na carne dos animais que permaneceram 6h em jejum pré-abate, indicam a descoloração parcial destas amostras, conforme Sistema CIE L^* , a^* e b^* (CIE, 1976), podendo não ser tão atraente ao consumidor (Canto et al., 2016; Suman et al., 2004).

A luminosidade (L^*) não apresentou diferença entre os tratamentos (Tabela 8), indicando que a luminosidade das amostras não foi alterada após o período de jejum pré-abate, desta forma, as alterações quanto a carne escura como a “Dark, Firm and Dry” (DFD) ou “dark cutting” (Probst et al., 2012; Coombes et al., 2014; Romero et al., 2013) não foram verificadas no presente estudo.

A cor vermelha mais intensa é um indicativo de preferência para o consumidor. A cor vermelha muitas vezes é associada ao frescor da carne, já o vermelho mais escuro, acastanhado, é associado a deterioração e isso ocasiona a rejeição do produto (Canto et al., 2016; Suman et al., 2004).

Os parâmetros de cor L^* , a^* , b^* , C^* e H^* não diferiram ($P > 0,05$) na avaliação objetiva da carne cozida (Tabela 8). As amostras de carne oriunda dos animais que foram submetidos aos tratamentos de jejum pré-abate e passaram pelo mesmo período de resfriamento não alterou este parâmetro. O resultado desta análise quando comparada aos resultados da cor da carne *in natura* indica que as amostras mesmo quando apresentam tons de vermelho (a^*) menos intensos não interferiram no processo de cozimento e cor do produto final (Suman & Joseph, 2013), como verificado nas amostras dos animais do tratamento 6 horas de e jejum pré-abate.

Nas condições estabelecidas por este estudo, foi possível constatar ($P = 0,0157$) que a coloração a^* da carne *in natura* dos bovinos que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate foi de 13,51 e aumentou 0,08 em intensidade a cada hora adicional (taxa de aumento linear) de jejum pré-abate, sendo de 15,43 na carne dos bovinos que permaneceram 24 horas. Também foram observados aumento de 0,04 por hora de jejum pré-abate para a intensidade de b^* e aumento de 0,09 por hora de jejum pré-abate para a C^* (Tabela 9).

A cor da carne *in natura* juntamente com o pH pode demonstrar objetivamente se a carne apresenta algum problema na qualidade, como por exemplo a ocorrência de carne DFD (Miguel et al., 2014; Teke et al., 2014). Quando esta característica é confirmada na carne, além da rejeição pelo consumidor no momento da compra, a carne apresenta alteração após o cozimento, mantendo o tom avermelhado no interior da

carne, mesmo após a exposição ao calor intenso (Pakula & Stamminger, 2012; Suman & Joseph, 2013; Tapp et al., 2011).

A carne que apresenta pH acima de 5,81 é considerada DFD (Coombes et al., 2014; Teke et al., 2014), no presente estudo as amostras do *M. longissimus thoracis* foram avaliadas quanto a ocorrência desta alteração na qualidade (Tabela 10), o tratamento 12 horas de jejum pré-abate tem em média 5,49 vezes maior chance de apresentar carne DFD, em que 76,19%, 50% e 36,84% para os tratamentos de 12, 6 e 24 horas, respectivamente.

O tempo de jejum pré-abate de 12h demonstrou ter efeito negativo quanto a cor, apresentando maiores porcentagens de carne DFD, todavia, o período reduzido (6h) não influenciou nas avaliações de qualidade da carne.

Metabolismo glicolítico

Os resultados relacionados aos metabólitos energéticos foram avaliados no momento inicial (2h), final (24h) e a diferença entre estes. O potencial glicolítico inicial foi avaliado considerando o total aproximado dos compostos que podem ser transformados em lactato no momento do abate e a análise do potencial glicolítico final avalia o quanto destes metabólitos foram utilizados na conversão do músculo em carne. Foi verificada diferença no potencial glicolítico final ($P=0,0478$), demonstrando maior redução do mesmo nos tratamentos 6 e 12 horas (Tabela 11).

Conforme Tabela 11, a queda de pH não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$), indicando que o estresse ao qual os animais foram submetidos não afetou a curva de queda do pH (Figura 1). Desta forma, o menor tempo de jejum e espera no curral de abate (6h) possibilita a queda do pH sem prejuízos a qualidade da carne.

Os valores de pH 24 horas permaneceram dentro dos valores comercialmente aceitáveis para o mercado interno (Brasil, 1989; Brasil, 1998) e Europa (Council, 1993), contudo, mercados como Austrália (MLA, 2017) e Chile (SAG, 2006) fazem referências de que uma carne com pH 5,8 já pode ser considerada uma carne escura com rejeição pelo consumidor, mas não necessariamente será classificada como um corte “dark-cutting”, ou a alteração de cor (Cisro, 2006; Gallo, 2010; Holdstock et al., 2014).

O glicogênio muscular influencia o pH até um limiar, a queda do pH, segundo alguns autores (England et al., 2013; Przybylski et al., 1993; Scheffler et al., 2015), não seria unicamente devido ao acúmulo de lactato, como também devido a apoptose e alterações celulares, como a hidrólise de ATP pelas mitocôndrias, que se iniciam quando o processo de morte da célula é instaurado. O conjunto de reações que instaura a morte celular também faz com que a queda do pH não seja contínua, com períodos de estabilidade nas primeiras 8 - 12 horas de resfriamento (Bruce et al., 2001; Ouali et al., 2006).

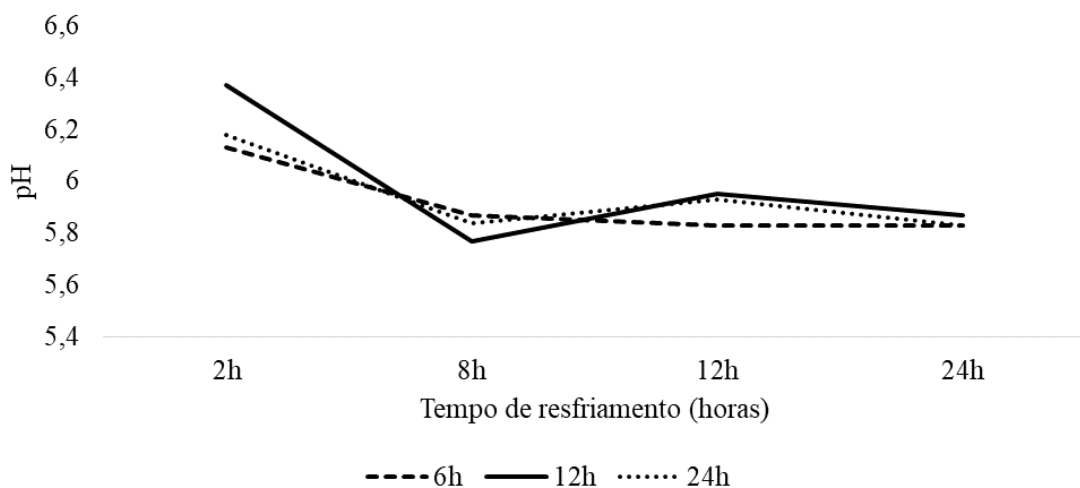


Figura 01 - Queda do pH nas carcaças esquadras Nelore submetidas a diferentes períodos de jejum pré-abate.

Não ocorreram diferenças ($P > 0,05$) entre os efeitos de tratamentos (T) e momentos de coleta (M) das amostras para o potencial glicolítico, glicogênio, glicose-6-

fosfato, glicose e lactato. Para estes mesmos parâmetros não houve interação para avaliação do fatorial T x M (Tabela 12). Os períodos de coleta do potencial glicolítico 8 e 12h não diferiram (Tabela 12) entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Nas condições estabelecidas por este estudo (Tabela 13), foi possível constatar ($P=0,0209$) que o potencial glicolítico após 24 horas de resfriamento foi de 0,99 g/kg de carne nos animais que permaneceram 6 horas em jejum pré-abate e aumentou em 0,084 g/kg a cada hora adicional de jejum pré-abate, sendo 3,01 g/kg de carne nos animais do tratamento 24 horas. Foram observados aumento de 0,038 g/kg para a glicose-6-fosfato após 24 horas de resfriamento ($P=0,0296$) e aumento de 0,008 g/kg para a diferença do lactato (lactato final 24h – lactato inicial 2h), demonstrando que o lactato, como metabólito final na quebra da molécula de glicogênio acumula no músculo contribuindo para a redução do pH e a proteólise enzimática (Maiorano et al., 2016; Njisane & Muchenje, 2017).

Durante o resfriamento o potencial glicolítico das amostras (Tabela 14), pertencentes ao tratamento de 12 horas de jejum pré-abate, apresentou redução de 0,05 g/kg por hora de resfriamento e para a glicose-6-fosfato a redução foi de 0,024 g/kg por hora de resfriamento, nas carcaças do mesmo tratamento. No tratamento de 24 horas de jejum pré-abate, as amostras apresentaram aumento de 0,001 g/kg de glicose por hora de resfriamento e para o lactato o aumento foi de 0,006 g/kg por hora de resfriamento, nas carcaças do mesmo tratamento.

Alguns autores (England et al., 2013; Przybylski et al., 1993; Scheffler et al., 2015) mostram que é questionável a dependência do pH com a concentração de glicogênio no momento do abate, pois, essa relação não é linear, como demonstrado por Przybylski et al. (1993) e Warriss, (1990). Contudo, os demais mecanismos que promovem a queda do pH ainda são desconhecidos.

Dos metabólitos energéticos, o potencial glicolítico e o lactato foram afetados pelo tempo de jejum com menor queda para o potencial e maior concentração para o lactato ambos após 24 horas de resfriamento. Contudo, este fato não alterou o pH final parâmetro de grande relevância para a cadeia produtiva.

5 CONCLUSÃO

A adoção de 6 horas de jejum pré-abate foi o mais adequado, por não prejudicar os aspectos relacionados ao bem-estar animal e à qualidade da carne de Nelores terminados em confinamento e submetidos à curta (30 km) jornada de transporte.

Tabela 1: Valores médios e erro padrão médio das avaliações sanguíneas associadas a desidratação e função renal de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Avaliações	Período de jejum pré-abate			EPM*	Valor <i>P</i>
	6 horas	12 horas	24 horas		
Sódio (Na), mmol/l					
Pré-jejum	142,28	141,95	142,53	0,37	0,5326
Pós-jejum	147,32	148,05	146,63	0,58	0,2263
Diferença	5,35 ^{ab}	6,59 ^a	3,78 ^b	0,49	0,0007
Potássio (K), mmol/l					
Pré-jejum	4,02 ^{ab}	4,18 ^a	3,83 ^b	0,07	0,0039
Pós-jejum	5,09	5,13	5,37	0,12	0,2206
Diferença	1,08 ^{ab}	0,99 ^b	1,45 ^a	0,11	0,0143
Cloro (Cl), mmol/l					
Pré-jejum	102,24	101,25	101,79	0,47	0,3383
Pós-jejum	105,89	106,25	105,58	0,58	0,7081
Diferença	3,18	4,35	3,79	0,80	0,5893
Cálcio ionizado (iCa), mmol/l					
Pré-jejum	1,18 ^a	1,18 ^a	1,10 ^b	0,01	< 0,0001
Pós-jejum	1,21	1,24	1,21	0,01	0,1649
Diferença	0,03 ^b	0,06 ^b	0,11 ^a	0,01	0,0018
Nitrogênio Ureico Sanguíneo (BUN), mg/dl					
Pré-jejum	23,05 ^b	26,10 ^a	23,05 ^b	0,82	0,0124
Pós-jejum	22,84	21,62	20,42	0,84	0,1458
Diferença	-0,21 ^a	-4,48 ^b	-2,63 ^{ab}	0,89	0,0048
Hematócrito Percentual, (%)					
Pré-jejum	36,33 ^a	34,05 ^{ab}	33,53 ^b	0,73	0,0235
Pós-jejum	36,63 ^b	36,90 ^{ab}	39,00 ^a	0,63	0,0203
Diferença	0,22 ^a	3,30 ^b	5,47 ^b	0,82	0,0002
Hemoglobina, (g/dl)					
Pré-jejum	12,35 ^a	11,42 ^b	11,22 ^b	0,21	0,0011
Pós-jejum	12,45 ^b	12,55 ^{ab}	13,26 ^a	0,21	0,0204
Diferença	0,07 ^b	1,13 ^a	1,94 ^a	0,28	0,0001
Proteínas Totais, (g/dl)					
Pré-jejum	8,43 ^b	8,78 ^{ab}	9,46 ^a	0,26	0,0284
Pós-jejum	8,33 ^b	8,90 ^a	9,22 ^a	0,15	0,0005
Diferença	-0,14	0,12	-0,24	0,27	0,6065
Intervalo Aniônico (anion GAP), mmol/l					
Pré-jejum	23,65	23,11	22,83	0,59	0,6203
Pós-jejum	25,72 ^{ab}	24,68 ^b	27,26 ^a	0,60	0,0125
Diferença	1,73 ^b	2,00 ^b	4,28 ^a	0,63	0,0098

*EPM – Erro Padrão Médio. ^{a,b,c} Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

Tabela 2: Equação linear para a predição das avaliações sanguíneas relacionadas a desidratação e função renal de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Avaliações	Intercepto ¹	EP ²	I.C. 95% ³	Coefficiente Angular ⁴	EP ⁵	I.C. 95% ⁶	Valor P	R ²
Sódio (Na), mmol/l								
Diferença	6,77	0,64	(5,48 a 8,06)	-0,11	0,04	(-0,19 a -0,03)	0,0083	0,13
Potássio (K), mmol/l								
Diferença	0,84	0,14	(0,56 a 1,12)	0,02	0,009	(-0,005 a 0,041)	0,0138	0,11
Cálcio ionizado (iCa), mmol/l								
Diferença	0,01	0,02	(-0,03 a 0,05)	0,004	0,001	(0,002 a 0,006)	0,0004	0,21
Hematócrito Percentual, (g/dl)								
Diferença	-0,81	1,02	(-2,85 a 1,23)	0,27	0,06	(0,15 a 0,40)	< 0,0001	0,25
Hemoglobina, (g/dl)								
Diferença	-0,32	0,35	(-1,01 a 0,37)	0,10	0,02	(0,05 a 0,14)	< 0,0001	0,27
Intervalo Aniônico (anion GAP), mmol/l								
Pós-jejum	24,40	0,76	(22,87 a 25,93)	0,11	0,05	(0,01 a 0,20)	0,0308	0,08
Diferença	0,57	0,79	(-1,01 a 2,15)	0,15	0,05	(0,05 a 0,25)	0,0030	0,17

¹ Intercepto da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a momento inicial (6h).

² Erro padrão do intercepto da equação.

³ Intervalo de confiança de 95% do intercepto da equação.

⁴ Coeficiente angular da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a taxa de aumento (quanto positivo) ou redução (quando negativo) por hora de jejum. Equação estatisticamente válida 6h e 24h de jejum pré-abate.

⁵ Erro padrão do coeficiente angular da equação.

⁶ Intervalo de confiança de 95% do coeficiente angular da equação.

Tabela 3: Valores médios e erro padrão médio das avaliações sanguíneas relacionadas a mobilização energética de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Avaliações	Período de jejum pré-abate			EPM*	Valor <i>P</i>
	6 horas	12 horas	24 horas		
Ácidos graxos não esterificados (NEFA) mg/dl					
Pré-jejum	0,23	0,19	0,19	0,02	0,3480
Pós-jejum	0,28 ^a	0,15 ^c	0,22 ^b	0,02	< 0,0001
Diferença	0,07 ^a	-0,04 ^b	0,03 ^{ab}	0,03	0,0113
β – hidroxibutirato (BHB) mmol/l					
Pré-jejum	0,188 ^b	0,265 ^a	0,224 ^{ab}	0,01	0,0002
Pós-jejum	0,164 ^a	0,156 ^{ab}	0,136 ^b	0,01	0,0409
Diferença	-0,004 ^a	-0,109 ^b	-0,083 ^b	0,01	< 0,0001
Creatinina, (mg/dl)					
Pré-jejum	1,69	1,75	1,64	0,04	0,1330
Pós-jejum	1,67	1,66	1,71	0,04	0,7249
Diferença	-0,03 ^{ab}	-0,09 ^b	0,07 ^a	0,04	0,0328

*EPM – Erro Padrão Médio.

^{a,b,c} Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

Tabela 4: Valores médios e erro padrão médio pré-jejum, pós-jejum e a diferença entre as coletas das avaliações sanguíneas relacionados a resposta das proteínas de fase aguda de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Avaliações	Período de jejum pré-abate			EPM*	Valor <i>P</i>
	6 horas	12 horas	24 horas		
Haptoglobina (Hp) mg/ml					
Pré-jejum	0,06 ^b	0,13 ^a	0,08 ^b	0,01	0,0004
Pós-jejum	0,09 ^b	0,14 ^a	0,11 ^{ab}	0,01	0,0042
Diferença	0,03	0,02	0,02	0,01	0,7935
Proteína Amilóide A (SAA) ng/ml					
Pré-jejum	115,95	111,68	137,12	8,63	0,0969
Pós-jejum	82,94	92,77	83,85	17,62	0,9085
Diferença	-33,01	-18,90	-53,27	23,21	0,5706

*EPM – Erro Padrão Médio.

^{a,b,c} Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

(*) Valor $P < 0,05$ em todas as comparações múltiplas, considerando o teste de Tukey-Kramer.

Tabela 5: Valores médios e erro padrão médio pré-jejum, pós-jejum e a diferença das avaliações sanguíneas relacionadas ao estresse de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Avaliações	Período de jejum pré-abate			EPM*	Valor <i>P</i>
	6 horas	12 horas	24 horas		
Cortisol, (µg/dl)					
Pré-jejum	5,79	5,67	6,39	0,71	0,7418
Pós-jejum	5,20	6,48	6,71	0,58	0,1525
Diferença	-0,58	0,92	0,32	0,68	0,2994
Glicose, (mg/dl)					
Pré-jejum	94,28	82,80	94,33	3,61	0,037(*)
Pós-jejum	104,06 ^b	103,1 ^b	128,6 ^a	4,07	< 0,0001
Diferença	9,50 ^b	19,90 ^{ab}	30,93 ^a	4,22	0,0050
Lactato, (mg/dl)					
Pré-jejum	40,21	41,17	37,33	4,94	0,8521
Pós-jejum	86,77	88,72	90,38	4,64	0,8660
Diferença	47,78	51,22	56,52	5,44	0,5405
Dióxido de Carbono Total (TCO ₂), mmol/l					
Pré-jejum	21,89	23,20	22,83	0,65	0,3420
Pós-jejum	22,06 ^{ab}	22,81 ^a	20,42 ^b	0,48	0,0028
Diferença	0,63	-0,60	-1,88	0,71	0,0552

*EPM – Erro Padrão Médio.

a,b,c Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

(*) Valor $P < 0,05$ em todas as comparações múltiplas, considerando o teste de Tukey-Kramer.

Tabela 6: Equação linear para a predição relacionada ao Dióxido de Carbono Total (TCO₂), Glicose e β – hidroxibutirato (BHB) de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetro	Intercepto ¹	EP ²	I.C. 95% ³	Coefficiente Angular ⁴	EP ⁵	I.C. 95% ⁶	Valor P	R ²
Dióxido de Carbono Total (TCO ₂), mmol/l								
Pós-jejum	23,32	0,62	(22,08 a 24,57)	-0,11	0,04	(-0,19 a -0,03)	0,0073	0,12
Diferença	1,27	0,85	(-0,44 a 2,98)	-0,14	0,06	(-0,25 a -0,03)	0,0176	0,10
Glicose, (mg/dl)								
Pós-jejum	90,97	5,13	(80,67 a 101,27)	1,47	0,34	(0,79 a 2,14)	< 0,0001	0,28
Diferença	4,11	5,15	(-6,25 a 14,47)	1,15	0,34	(0,47 a 1,83)	0,0013	0,20
β – hidroxibutirato (BHB), mmol/l								
Pós-jejum	0,17	0,01	(0,16 a 0,19)	-0,002	0,001	(-0,0028 a - 0,0004)	0,0112	0,12
Diferença	-0,02	0,02	(-0,06 a 0,02)	-0,004	0,001	(-0,0060 a -0,0010)	0,0065	0,13

¹ Intercepto da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a momento inicial (6h).

² Erro padrão do intercepto da equação.

³ Intervalo de confiança de 95% do intercepto da equação.

⁴ Coeficiente angular da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a taxa de aumento (quanto positivo) ou redução (quando negativo) por hora de jejum. Equação estatisticamente válida 6h e 24h de jejum pré-abate.

⁵ Erro padrão do coeficiente angular da equação.

⁶ Intervalo de confiança de 95% do coeficiente angular da equação.

Tabela 7: Valores médios e erro padrão médio do peso vivo e das avaliações de carcaça de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Análises	Tratamentos			EPM*	Valor <i>P</i>
	6h	12h	24h		
Peso Vivo (kg)	538,43	547,33	544,32	11,82	0,8612
Peso de carcaça quente (kg)	300,69	298,06	297,72	6,82	0,9443
Rendimento de Carcaça (%)	55,83	54,47	54,74	0,46	0,0944
Contusão	2,20	2,14	2,21	0,28	0,9828

*EPM – Erro Padrão Médio

Tabela 8: Valores médios e erro padrão médio dos parâmetros de qualidade da carne de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor <i>P</i>
	6h	12h	24h		
Perda de Peso por Descongelamento (%)	5,24	4,30	3,86	0,56	0,2188
Umidade (%)	74,65	74,27	74,19	0,23	0,3294
Perda de Peso por Cocção (%)	29,45	29,93	30,32	0,80	0,7500
Força de cisalhamento (kg)	7,50	7,92	7,81	0,29	0,5598
Saturação da cor (C*) - <i>in natura</i>	13,77 ^b	15,30 ^{ab}	16,13 ^a	0,60	0,0379
Tonalidade da cor (H*) - <i>in natura</i>	0,29	0,30	0,31	0,04	0,1894
CIE a* (vermelho - verde) - <i>in natura</i>	13,88 ^b	14,64 ^{ab}	15,37 ^a	0,58	0,0482
CIE b* (amarelo – azul) - <i>in natura</i>	4,03 ^b	4,41 ^{ab}	4,85 ^a	0,20	0,0210
Luminosidade (CIE L*) - <i>in natura</i>	41,59	41,48	42,07	0,26	0,2511
Saturação da cor (C*) - carne cozida	15,35	15,08	15,76	0,79	0,8310
Tonalidade da cor (H*) - carne cozida	0,76	0,77	0,76	0,03	0,9749
CIE a* (vermelho - verde) - carne cozida	12,41	12,11	12,72	0,82	0,8726
CIE b* (amarelo – azul) - carne cozida	8,91	8,88	9,18	0,24	0,6275
Luminosidade (CIE L*) - carne cozida	54,33	54,04	54,83	0,39	0,3514

EPM¹ – Erro Padrão Médio

^{a,b,c} Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

CIE - Commission Internationale de l'Eclairage.

H* - Hue

C* - Chroma

Tabela 9: Equação linear para predição da cor objetiva da carne *in natura* de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Intercepto ¹	EP ²	I.C. 95% ³	Coefficiente Angular ⁴	EP ⁵	I.C. 95% ⁶	Valor P	R ²
CIE a* (vermelho - verde) - <i>in natura</i>	13,5135	0,50	(12,51 a 14,52)	0,08	0,03	(0,02 a 0,14)	0,0157	0,10
CIE b* (amarelo – azul) - <i>in natura</i>	3,8093	0,24	(3,33 a 4,29)	0,04	0,02	(0,01 a 0,08)	0,0058	0,12
Saturação da cor (C*) - <i>in natura</i>	14,0522	0,54	(12,98 a 15,13)	0,09	0,03	(0,02 a 0,16)	0,0119	0,10

¹ Intercepto da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a momento inicial (6h).

² Erro padrão do intercepto da equação.

³ Intervalo de confiança de 95% do intercepto da equação.

⁴ Coeficiente angular da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a taxa de aumento (quanto positivo) ou redução (quando negativo) por hora de jejum. Equação estatisticamente válida 6h e 24h de jejum pré-abate.

⁵ Erro padrão do coeficiente angular da equação.

⁶ Intervalo de confiança de 95% do coeficiente angular da equação.

Tabela 10: Razão de chances e ocorrência ajustada de carne DFD* de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetro	Coefficiente	EP ¹	Valor P	OR ²	I.C. 95% ³	Ocorrência Ajustada (%) ⁴	I.C. 95%
DFD (pH ≥ 6,00)							
Intercepto	-2,94	1,03					
Tratamentos			0,3010				
6 horas	Referência			Referência		5,00	(0,67 a 29,11)
12 horas	1,78	1,15		5,94	(0,60 a 59,01)	23,81	(10,07 a 46,58)
24 horas	1,27	1,20		3,56	(0,32 a 39,67)	15,79	(5,05 a 39,79)
DFD (pH ≥ 5,80)							
Intercepto	1,16	0,56					
Tratamentos			0,0546				
6 horas	-1,16	0,68		0,31	(0,08 a 1,22)	50,00 ^{ab}	(29,00 a 71,00)
12 horas	Referência			Referência		76,19 ^a	(53,42 a 89,93)
24 horas	-1,70	0,70		0,18	(0,05 a 0,74)	36,84 ^b	(18,37 a 60,19)
Intercepto	-0,54	0,48					
Tratamentos							
6 horas	0,54	0,65		1,71	(0,46 a 6,34)		
12 horas	1,70	0,70		5,49**	(1,35 a 22,24)		
24 horas	Referência			Referência			

¹ Erro padrão.

² Razão de chances (“odds ratio”) derivada do modelo linear misto generalizado (regressão logística).

³ Intervalo de confiança de 95% da razão de chances.

⁴ Ocorrência (predição linear marginal) derivada do modelo linear misto generalizado (regressão logística).

⁵ Intervalo de confiança de 95% da ocorrência ajustada.

* DFD – *Dark, Firm and Dry* (escura, firme e seca).

** São significativas as comparações com o número 1 ausente no intervalo de confiança de 95%.

^{a,b,c,d} Valores com letras distintas são diferentes (Valor $P < 0,05$), considerando o teste de Tukey-Kramer.

Tabela 11: Valores médios e erro padrão médio inicial, final e a diferença dos metabólitos energéticos e pH de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Tratamentos			EPM*	Valor <i>P</i>
	6 horas	12 horas	24 horas		
Potencial glicolítico, (g/kg)					
Inicial (2h)	3,07	3,65	3,17	0,80	0,8451
Final (24h)	1,70 ^b	1,68 ^b	3,12 ^a	0,44	0,0478
Diferença	-1,36	-1,98	-0,69	0,77	0,5331
Glicogênio, (g/kg)					
Inicial (2h)	0,015	0,021	0,014	0,005	0,6574
Final (24h)	0,010	0,020	0,010	0,004	0,1426
Diferença	-0,006	-0,001	-0,004	0,007	0,8656
Glicose-6-fosfato, (g/kg)					
Inicial (2h)	1,19	1,46	1,30	0,38	0,8686
Final (24h)	0,51	0,49	1,16	0,21	0,0665
Diferença	-0,68	-0,97	-0,44	0,37	0,6278
Glicose, (g/kg)					
Inicial (2h)	0,061	0,072	0,046	0,011	0,2612
Final (24h)	0,057	0,055	0,067	0,006	0,3462
Diferença	-0,004	-0,005	0,013	0,011	0,4966
Lactato, (g/kg)					
Inicial (2h)	0,54	0,55	0,46	0,03	0,1487
Final (24h)	0,55	0,54	0,61	0,03	0,2278
Diferença	0,01 ^b	-0,01 ^b	0,14 ^a	0,04	0,0137
pH					
Inicial (2h)	6,13	6,32	6,14	0,06	0,0534
Final (24h)	5,83	5,87	5,83	0,03	0,5442
Diferença	-0,30	-0,44	-0,30	0,07	0,2842

*EPM – Erro Padrão Médio.

^{a,b,c} Valores na mesma linha com letras distintas são diferentes ($P < 0,05$).

Tabela 12: Valores médios e erro padrão médio dos metabólitos energéticos da carne de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Tratamento				Momento					Valor <i>P</i>		
	6 horas	12 horas	24 horas	EPM*	2 horas	8 horas	12 horas	24 horas	EPM*	Tratamento (T)	Momento (M)	T x M
Potencial glicolítico, (g/kg)	2,09	2,43	2,99	0,53	2,79	3,05	2,00	2,17	0,48	0,5131	0,1174	0,2383
Glicogênio, (g/kg)	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	0,5068	0,3970	0,9473
Glicose-6-fosfato, (g/kg)	0,69	0,85	1,14	0,25	1,04	1,16	0,65	0,72	0,24	0,4935	0,1023	0,2585
Glicose, (g/kg)	0,060	0,068	0,057	0,01	0,06	0,06	0,06	0,06	0,01	0,2786	0,9571	0,1731
Lactato, (g/kg)	0,56	0,55	0,53	0,02	0,52	0,56	0,55	0,56	0,02	0,5458	0,2514	0,1237

*EPM – Erro Padrão Médio

Tabela 13: Equação linear para a predição relacionada aos metabólitos energéticos das carnes de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Intercepto ¹	EP ²	I.C. 95% ³	Coefficiente angular ⁴	EP ⁵	I.C. 95% ⁶	Valor P	R ²
Potencial glicolítico, (g/kg)								
Final (24h)	0,99	0,53	(-0,10 a 2,07)	0,084	0,034	(0,01 a 0,15)	0,0209	0,20
Glicose-6-fosfato, (g/kg)								
Final (24h)	0,18	0,26	(-0,35 a 0,71)	0,038	0,017	(0,004 a 0,0728)	0,0296	0,18
Lactato, (g/kg)								
Diferença	-0,07	0,04	(-0,16 a 0,03)	0,008	0,003	(0,002 a 0,014)	0,0098	0,25

¹ Intercepto da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a momento inicial (6h).

² Erro padrão do intercepto da equação.

³ Intervalo de confiança de 95% do intercepto da equação.

⁴ Coeficiente angular da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a taxa de aumento (quanto positivo) ou redução (quando negativo) por hora de jejum. Equação estatisticamente válida 6h e 24h de jejum pré-abate.

⁵ Erro padrão do coeficiente angular da equação.

⁶ Intervalo de confiança de 95% do coeficiente angular da equação.

Tabela 14: Equação linear para a predição da atividade dos metabólitos energéticos durante o resfriamento das carnes de Nelores submetidos à diferentes períodos de jejum pré-abate

Parâmetros	Intercepto ¹	EP ²	I.C. 95% ³	Coefficiente Angular ⁴	EP ⁵	I.C. 95% ⁶	Valor P	R ²
Tratamento 12 horas								
Potencial glicolítico, (g/kg)	2,77	0,233	(2,29 a 3,24)	-0,050	0,0162	(-0,083 a -0,017)	0,0044	0,23
Glicose-6-fosfato, (g/kg)	1,02	0,113	(0,79 a 1,25)	-0,024	0,0078	(-0,040 a -0,008)	0,0039	0,23
Tratamento 24 horas								
Glicose, (g/kg)	0,04	0,005	(0,03 a 0,05)	0,001	0,0004	(0,0002 a 0,002)	0,0114	0,20
Lactato, (g/kg)	0,46	0,030	(0,40 a 0,53)	0,006	0,0022	(0,002 a 0,002)	0,0089	0,21

¹ Intercepto da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a momento inicial (6h).

² Erro padrão do intercepto da equação.

³ Intervalo de confiança de 95% do intercepto da equação.

⁴ Coeficiente angular da equação obtida por modelo linear misto (regressão linear múltipla). Este valor representa a taxa de aumento (quanto positivo) ou redução (quando negativo) por hora de jejum. Equação estatisticamente válida 6h e 24h de jejum pré-abate.

⁵ Erro padrão do coeficiente angular da equação.

⁶ Intervalo de confiança de 95% do coeficiente angular da equação.

6 REFERÊNCIAS

- ABBOT - i-STAT Procedure manual (2014) *Procedure Manual for the i-STAT System*. Abbott Point of Care Inc., Abbott Park, IL, USA.
- Adzitey, F. (2011). Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food Research Journal*, 18(2).
- Alves, D. D., & Mancio, A. B. (2007). Maciez da carne bovina-uma revisão. *Revista da FZVA*, 14(1).
- AMSA - American Meat Science Association. (2012). *AMSA Meat Color Measurement Guidelines: AMSA*. American Meat Science Association.
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2012) 19th Ed., **AOAC INTERNATIONAL**, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 950.46 - 39.1.02.
- Apaoblaza, A., Galaz, A., Strobel, P., Ramírez-Reveco, A., Jeréz-Timaure, N., & Gallo, C. (2015). Glycolytic potential and activity of adenosine monophosphate kinase (AMPK), glycogen phosphorylase (GP) and glycogen debranching enzyme (GDE) in steer carcasses with normal (< 5.8) or high (> 5.9) 24h pH determined in *M. longissimus dorsi*. *Meat science*, 101, 83-89.
- AUS-MEAT (2005) *Handbook of Australian Meat*. 7th edn. (AUS-MEAT: Sydney)
- Barbera, S., & Grigioni, G. (2015). A protocol to measure the free water in raw and cooked meat. *SESSION III Consumers Preferences, Perceptions, and Meat Quality SESSION III. b Pages*, 125.
- Bourguet, C., D., V., Tannugi, C. C., & Terlouw, E. C. (2011). Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: Relationships with organisational aspects of the abattoir and animal characteristics. *Meat science*, 88(1), 158-168
- BRASIL. Decreto n°. 30.691, de 29 de março de 1952. **Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Diário Oficial [da] União, Rio de Janeiro, RJ, Seção 1, v. 155, p. 10.785, 7 jul. 1952.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes – LANARA. Brasília, 1989.**
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Abastecimento. **CIRCULAR Nº192/98/DCI/DIPOA, de 01 de julho de 1998. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA**. Brasília, 1998.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 3, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. S.D.A./M.A.A. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p.14, 24 jan. 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Decreto nº. 9.013, de 29 de março de 2017. Este Decreto dispõe sobre o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, instituídas pela Lei nº. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e pela Lei nº. 7.889, de 23 de novembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, Distrito Federal, 29 mar. 2017. Seção 1, p. 3.
- Bresnahan, K. A., & Tanumihardjo, S. A. (2014). Undernutrition, the acute phase response to infection, and its effects on micronutrient status indicators. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*, 5(6), 702-711.
- Bruce, H. L., Scott, J. R., & Thompson, J. M. (2001). Application of an exponential model to early postmortem bovine muscle pH decline. *Meat Science*, 58(1), 39-44.
- Buainain, A. M. & Batalha, M. O. (2007). Cadeia produtiva de carne bovina. *Série Agronegócios. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA*, 8 ed. P. 88.
- Canto, A. C., Costa-Lima, B. R., Suman, S. P., Monteiro, M. L. G., Viana, F. M., Salim, A. P. A., ... & Conte-Junior, C. A. (2016). Color attributes and oxidative stability of longissimus lumborum and psoas major muscles from Nelore bulls. *Meat science*, 121, 19-26
- Chaiyabutr, N., Faulkner, A., & Peaker, M. (1980). Effects of starvation on the cardiovascular system, water balance and milk secretion in lactating goats. *Research in veterinary science*, 28(3), 291-295.
- Chen, Y., Stookey, J., Arsenault, R., Scruten, E., Griebel, P., & Napper, S. (2016). Investigation of the physiological, behavioral, and biochemical responses of cattle to restraint stress. *Journal of animal science*, 94(8), 3240-3254.
- Chulayo, A. Y., Bradley, G., & Muchenje, V. (2016). Effects of transport distance, lairage time and stunning efficiency on cortisol, glucose, HSPA1A and how they relate with meat quality in cattle. *Meat science*, 117, 89-96.
- CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). (1976). Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, Psychometric Color Terms. Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1.) 1978, 1971/(TC-1-3). **Commission Internationale de l'Eclairage**, Paris, France.

- Coombes, S. V., Gardner, G. E., Pethick, D. W., & McGilchrist, P. (2014). The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. *Meat science*, 98(4), 815-821.
- COUNCIL DIRECTIVE n°. 93/119 (1993). On the protection of animals at the time of slaughter or killing. Official Journal of the European Communities, N° 1.340/21.
- CSIRO, Food and Nutritional Sciences. **Meat technology update – High-pH/Dark Beef**. Nov. 2006. Disponível em: <
http://www.meatupdate.csiro.au/data/MEAT_TECHNOLOGY_UPDATE_98-1.pdf>. Acesso em 02 dez. 2017.
- Delavaud, C., Bengoumi, M., Faye, B., Levieux, D., & Chilliard, Y. (2013). Plasma leptin, glucose and non-esterified fatty acid variations in dromedary camels exposed to prolonged periods of underfeeding or dehydration. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 166(1), 177-185.
- De Oliveira, A. G., Matias, M. J. A., & de Azevedo, D. B. (2014). Programas e práticas sustentáveis na bovinocultura de corte de Mato Grosso Do Sul: Caminhos para a consolidação de uma bovinocultura sustentável. *Revista Reunir*, 4(1), 1-18.
- Dias, A. M. Oliveira, L. B. D., Ítavo, L. C. V., Mateus, R. G., Gomes, E. N. O., Coca, F. O. D. C. G., Ítavo, C. C. B. F., Nogueira, E., Menezes, B. B. Mateus, R. G. (2016). Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17 (1).
- Díaz, M. T., Vieira, C., Pérez, C., Lauzurica, S., de Chávarri, E. G., Sánchez, M., & De la Fuente, J. (2014). Effect of lairage time (0h, 3h, 6h or 12h) on glycogen content and meat quality parameters in suckling lambs. *Meat science*, 96(2), 653-660.
- Diaz Gonzalez, F. H., & Scheffer, J. L. (2003). Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. *Simpósio de Patologia Clínica Veterinária (1.; 2003, Porto Alegre)*.
- Di Bartola, S. P. **Introduction to acid-base disorders**. 4.ed. St. Louis: Elsevier, 2012. 1520 p.
- Doelman, J., Cao, H., Purdie, N. G., Kim, J. J., Swanson, K. C., Osborne, V. R., ... & Cant, J. P. (2012). Transcript profiling of the ruminant liver indicates a unique program of transcriptional regulation of ketogenic enzymes during food restriction. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 7(3), 303-310.

- Earley, B., Drennan, M., & O’Riordan, E. G. (2013). The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. *Research in veterinary science*, 95(2), 811-818.
- Eckersall, P. D., & Bell, R. (2010). Acute phase proteins: Biomarkers of infection and inflammation in veterinary medicine. *The veterinary journal*, 185(1), 23-27.
- Eiras, C. E., Ornaghi, M. G., Valero, M. V., Rivaroli, D. C., Guerrero, A., & Prado, I. N. D. (2016). How does the dietary cottonseed hull affect the carcass characteristics and meat quality of young bulls finished in a high-concentrate diet?. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(3), 301-310.
- England, E. M., Scheffler, T. L., Kasten, S. C., Matarneh, S. K., & Gerrard, D. E. (2013). Exploring the unknowns involved in the transformation of muscle to meat. *Meat science*, 95(4), 837-843.
- Ertbjerg, P., & Puolanne, E. (2017). Muscle structure, sarcomere length and influences on meat quality: A review. *Meat Science*.
- Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U., & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. *Agricultural Science*, 2(1), 37-47.
- Falkenberg, S. M., Carroll, J. A., Keisler, D. H., Sartin, J. L., Elsasser, T. H., Buntyn, J. O., ... & Schmidt, T. B. (2013). Evaluation of the endocrine response of cattle during the relocation process. *Livestock Science*, 151(2), 203-
- Faucitano, L. (2010). Invited review: Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. *Canadian journal of animal science*, 90(4), 461-469.
- Fazio, F., Ferrantelli, V., Cicero, A., Casella, S., & Piccione, G. (2015). Utility of acute phase proteins as biomarkers of transport stress in ewes and beef cattle. *Italian journal of food safety*, 4(2)..
- Ferguson, D. M., Shaw, F. D., & Stark, J. L. (2007). Effect of reduced lairage duration on beef quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(7), 770-773.
- Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. *Meat Science*, 80(1), 12-19.
- Freitas, M.D., Guimarães Ferreira, M., Ferreira, P. M., Último Carvalho, A., Pereira Lage, A., Bryan Heinemann, M., & Facury Filho, E. J. (2010). Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. *Ciência Rural*, 40(12).

- Gallo, C. Bienestar animal y buenas prácticas de manejo animal relacionadas con la calidad de la carne. In: Gianni Bianchi, O. F. Introducción a la ciencia de la carne. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur, 2010. 455 – 494. 2010.
- Gebregeziabhear, E., & Ameha, N. (2015). The effect of stress on productivity of animals: a review. *J. Biol. Agric. Health*, 5(3), 165-172.
- González, F. H. D., Conceição, T. R., Siqueira, A. J. S., & La Rosa, V. L. (2000). Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. *A hora veterinária*, 20, 59-62.
- González, F. H., Martínez-Subiela, S., & Cerón, J. J. (2007). Haptoglobina en rumiantes: generalidades y posibles aplicaciones clínicas. In *Anales de Veterinaria de Murcia* (Vol. 23, pp. 5-17).
- Grandin, T., & Shivley, C. (2015). How farm animals react and perceive stressful situations such as handling, restraint, and transport. *Animals*, 5(4), 1233-1251.
- Gregory, N. G. (2008). Animal welfare at markets and during transport and slaughter. *Meat science*, 80(1), 2-11.
- Guzelbektes, H., Sen, I., Ok, M., Constable, P. D., Boydak, M., & Coskun, A. (2010). Serum amyloid A and haptoglobin concentrations and liver fat percentage in lactating dairy cows with abomasal displacement. *Journal of veterinary internal medicine*, 24(1), 213-219.
- Hammond, AC (1997, janeiro). Atualização sobre BUN e MUN como guia para suplementação de proteína em bovinos. Em *Proc. Florida Ruminant Nutr. Symp., Univ. Florida, Gainesville* (pp. 43-52).
- Hautrive, T. P., Marques, A., & Kubota, E. H. (2013). Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 23(2), 327-334.
- Hogan, J. P., Petherick, J. C., & Phillips, C. J. (2007). The physiological and metabolic impacts on sheep and cattle of feed and water deprivation before and during transport. *Nutrition research reviews*, 20(1), 17-28.
- Holdstock, J., Aalhus, J. L., Uttaro, B. A., López-Campos, Ó., Larsen, I. L., & Bruce, H. L. (2014). The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the longissimus thoracis within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. *Meat science*, 98(4), 842-849.

- Immonen, K., & Puolanne, E. (2000). Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55(3), 279-283.
- Issi, M., Gül, Y., Başbuğ, O., & Ulutaş, P. A. (2017). Haptoglobin, serum amyloid A and ceruloplasmin concentrations in cattle with suspicion of coryza gangrenosa bovim. *Veterinarski arhiv*, 87(6), 703-712.
- Kastner, C. L., Schwenke, J. R., Kenney, P. B., Campbell, R. E., Kendall, J. A., & Milliken, G. A. (1993). Comparisons of the effect of electrical stimulation methods on postmortem pH decline in beef muscle. *Meat science*, 35(2), 183-190.
- King, N. J., Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of Food Science*, 71(4).
- Lawrie, R. A. (2006). *Lawrie's Meat Science*. 7th ed. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, pp – 320.
- Li, Y., Jia, W., Zhang, CH, Li, X., Wang, JZ, Zhang, DQ, & Mu, GF (2014). Baixa temperatura fluçada combinada com descongelção de alta umidade para reduzir a deterioração da qualidade fisicoquímica da carne bovina. *Tecnologia de alimentos e bioprocessos* , 7 (12), 3370-3380.
- Maiorano, A. M., Macedo, G. G., Generoso, U. A., Curi, R. A., Chardulo, L. A. L., Castilhos, A. M., & Silva, J. I. V. (2016). Concentração de lactato, peso corporal e qualidade da carne em bovinos Nelore terminados em confinamento. *Boletim de Indústria Animal*, 73(4), 297-303.
- Marques, R. S., Cooke, R. F., Francisco, C. L., & Bohnert, D. W. (2012). Effects of twenty-four hour transport or twenty-four hour feed and water deprivation on physiologic and performance responses of feeder cattle. *Journal of animal science*, 90(13), 5040-5046.
- McKenna, D. R., King, D. A., & Savell, J. W. (2004). Comparison of clam-shell cookers and electric broilers and their effects on cooking traits and repeatability of Warner-Bratzler shear force values. *Meat science*, 66(1), 225-229.
- Mendonça, F. S., Vaz, R. Z., Costa, O. A. D., Gonçalves, G. V. B., & Moreira, S. M. (2016). Fatores que afetam o bem-estar de bovinos durante o período pré-abate. *Archivos de zootecnia*, 65(250).
- Miguel, G. Z., Faria, M. H., Roça, R. O., Santos, C. T., Suman, S. P., Faitarone, A. B., ... & Su, L. S. (2014). Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nelore and Nelore× Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat science*, 96(2), 884-891.
- Miranda-de-la-Lama, G. C., Pascual-Alonso, M., Guerrero, A., Alberti, P., Alierta, S., Sans, P., ... & Campo, M. M. (2013). Influence of social dominance on

- production, welfare and the quality of meat from beef bulls. *Meat science*, 94(4), 432-437.
- MLA, Meat & Livestock Australia (2017). The effect of pH on beef eating quality. *Tips & Tools - Meat Standards Australia*.
- Monin, G., & Sellier, P. (1985). Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post-mortem period: The case of the Hampshire breed. *Meat Science*, 13(1), 49-63.
- Moreira, P. S. A., Polizel Neto, A., Martins, L. R., Lourenço, F. J., Palhari, C., & Faria, F. F. (2014). Ocorrência de hematomas em carcaças de bovinos transportados por duas distâncias. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(3).
- Murata, H. (2007). Stress and acute phase protein response: an inconspicuous but essential linkage. *The Veterinary Journal*, 173(3), 473-474.
- Nazifi, S., Razavi, S. M., Esmailnejad, Z., & Gheisari, H. (2009). Study on acute phase proteins (haptoglobin, serum amyloid A, fibrinogen, and ceruloplasmin) changes and their diagnostic values in bovine tropical theileriosis. *Parasitology research*, 105(1), 41.
- Njisane, Y. Z., Muchenje, V. (2017). Farm to abattoir conditions, animal factors and their subsequent effects on cattle behavioural responses and beef quality—A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30(6), 755.
- Pakula, C., & Stamminger, R. (2012). Measuring changes in internal meat colour, colour lightness and colour opacity as predictors of cooking time. *Meat science*, 90(3), 721-727.
- Palma, C. S. C., Moreira, P. C., Rassi, L. F., De Magalhães, R. T., Wascheck, R. D. C., Dutra, A. R., & Oliveira, D. L. (2009). Efeitos do Tipo de Abate na Produção de Carne Bovina. *Estudos*, 36(3), 595-609.
- Parker, A. J., Hamlin, G. P., Coleman, C. J., & Fitzpatrick, L. A. (2003). Dehydration in stressed ruminants may be the result of cortisol-induced diuresis. *Journal of Animal Science*, 81(2), 512-519
- Pathare, P.B., & Roskilly, A.P. (2016). Avaliação de qualidade e energia no cozimento de carne. *Food Engineering Reviews*, 8(4), 435-447.
- Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review. *Meat science*, 89(2), 111-124.
- Perrota, A. P. (2016). Abate bovino e rede industrial: um estudo sobre a introdução e gestão racional e econômica das emoções dos animais 1/Bovine Abide and

Industrial Network: a study on the introduction and rational and economic management of animal emotions. *Política & Sociedade*, 15(33), 68.

- Pighin, D. G., Davies, P., Pazos, A. A., Ceconi, I., Cunuzolo, S. A., Mendez, D., ... & Grigioni, G. (2015). Biochemical profiles and physicochemical parameters of beef from cattle raised under contrasting feeding systems and pre-slaughter management. *Animal Production Science*, 55(10), 1310-1317.
- Pinto Neto, M., Beraquet, N. J., & Cardoso, S. (2013). Effects of chilling methods and hot-boning on quality parameters of *M. longissimus lumborum* from *Bos indicus* Nelore steer. *Meat science*, 93(2), 201-206.
- Poleti, M. D., DeRijk, R. H., Rosa, A. F., Moncau, C. T., Oliveira, P. S., Coutinho, L. L., J.P. Eler & Balieiro, J. C. C. (2015). Genetic variants in glucocorticoid and mineralocorticoid receptors are associated with concentrations of plasma cortisol, muscle glycogen content, and meat quality traits in male Nellore cattle. *Domestic animal endocrinology*, 51, 105-113.
- Polizel Neto, A., Zanco, N., Lolatto, D. C., Moreira, P. S., & Dromboski, T. (2015). Perdas econômicas ocasionadas por lesões em carcaças de bovinos abatidos em matadouro-frigorífico do norte de Mato Grosso. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(4), 324-328.
- Probst, J. K., Neff, A. S., Leiber, F., Kreuzer, M., & Hillmann, E. (2012). Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(1), 42-49.
- Przybylski, W., Vernin, P., & Monin, G. (1993). Relationship between glycolytic potential and ultimate pH in bovine, porcine and ovine muscles. *Journal of Muscle Foods*, 5(3), 245-255.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L., & Sentandreu, M. A. (2006). Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, 74(1), 44-58.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C., Hinchcliff, K. W., & McKenzie, R. A. (2002). *Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos*. Guanabara Koogan.
- Romero, M. H., Gutiérrez, C., & Sánchez, J. A. (2012). Evaluation of bruises as an animal welfare indicator during pre-slaughter of beef cattle. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 267-275.
- Romero, M. H., Uribe-Velásquez, L. F., Sánchez, J. A., & Miranda-de La Lama, G. C. (2013). Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat science*, 95(2), 256-263.

- Romero, M. H., Uribe-Velásquez, L. F., & Sánchez, J. A. (2014). Physiological profiles of Zebu steers during transport and pre-slaughter. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 27(4), 282-289.
- SAG – Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. (2006). EXIGENCIAS SANITARIAS PARA LA INTERNACION DE CARNES DE BOVINO. Texto consolidado vigente de La Resolución 833/2002, y que fue modificada por Las Resoluciones N° 887/2003 Y 5656/2006, 1 -10.
- Savell, J., Miller, R., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Shackelford, S., Morgan, B., ... & Dolezal, G. (1994, April). Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. In *National Beef Tenderness Plan Conference* (pp. 1-3).
- Schaefer, A. L., Jones, S. D. M., Tong, A. K. W., & Vincent, B. C. (1988). The effects of fasting and transportation on beef cattle. 1. Acid-base-electrolyte balance and infrared heat loss of beef cattle. *Livestock Production Science*, 20(1), 15-24.
- Scheffler, T. L., Matarneh, S. K., England, E. M., & Gerrard, D. E. (2015). Mitochondria influence postmortem metabolism and pH in an in vitro model. *Meat science*, 110, 118-125.
- Selye H. (1946). The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 6(2), 117-230. doi: 10.1210/jcem-6-2-117
- Šimová, V., Večerek, V., Passantino, A., & Voslářová, E. (2016). Pre-transport factors affecting the welfare of cattle during road transport for slaughter—a review. *Acta Veterinaria Brno*, 85(3), 303-318.
- Soto-Blanco, B. (2015). Parâmetros sanguíneos como ferramenta zootécnica. *Caderno de Ciências Agrárias*, 7(Suppl), 101-115.
- Strappini, A. C., Frankena, K., Metz, J. H. M., Gallo, B., & Kemp, B. (2010). Prevalence and risk factors for bruises in Chilean bovine carcasses. *Meat Science*, 86(3), 859-864.
- Suman, S. P., Faustman, C., Lee, S., Tang, J., Sepe, H. A., Vasudevan, P., ... & Venkitanarayanan, K. S. (2004). Effect of muscle source on premature browning in ground beef. *Meat science*, 68(3), 457-461.
- Suman, S. P., Mancini, R. A., Ramanathan, R., & Konda, M. R. (2009). Effect of lactate-enhancement, modified atmosphere packaging, and muscle source on the internal cooked colour of beef steaks. *Meat science*, 81(4), 664-670.
- Suman, S. P., & Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual review of food science and technology*, 4, 79-99.

- Tadich, N., Gallo, C., Echeverría, R., & Van Schaik, G. (2003). Efecto del ayuno durante dos tiempos de confinamiento y de transporte terrestre sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en novillos. *Archivos de medicina veterinaria*, 35(2), 171-185.
- Tapp, W. N., Yancey, J. W. S., & Apple, J. K. (2011). How is the instrumental color of meat measured?. *Meat Science*, 89(1), 1-5.
- Teke, B., Akdag, F., Ekiz, B., & Ugurlu, M. (2014). Effects of different lairage times after long distance transportation on carcass and meat quality characteristics of Hungarian Simmental bulls. *Meat science*, 96(1), 224-229.
- Vaz, F. N., Restle, J., Pádua, J. T., Fonseca, C. A., & Pacheco, P. S. (2013). Características de carcaça e receita industrial com cortes primários da carcaça de machos nelore abatidos com diferentes pesos. *Ciência Animal Brasileira* 14(2), 199-207.
- Weiseth-Kent, E., Pedersen, M. E., Rønning, S. B., & Rødbotten, R. (2017). Can postmortem proteolysis explain tenderness differences in various bovine muscles?. *Meat Science*.
- Velarde, A., & Dalmau, A. (2012). Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs. *Meat science*, 92(3), 244-251.
- Vogel, K. D., Claus, J. R., Grandin, T., Oetzel, G. R., & Schaefer, D. M. (2011). Effect of water and feed withdrawal and health status on blood and serum components, body weight loss, and meat and carcass characteristics of Holstein slaughter cows. *Journal of animal science*, 89(2), 538-548.
- Warriss, P. D. (1990). The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied animal behaviour science*, 28(1-2), 171-186.
- Werner, M., Hepp, C., Soto, C., Gallardo, P., Bustamante, H., & Gallo, C. (2013). Effects of a long distance transport and subsequent recovery in recently weaned crossbred beef calves in Southern Chile. *Livestock Science*, 152(1), 42-46.
- Westerblad, H., Bruton, J. D., & Katz, A. (2010). Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Experimental cell research*, 316(18), 3093-3099.
- WSPA. Sociedade Mundial de Proteção Animal. Abate humanitário de bovinos. Rio de Janeiro: AMA Editora e Treinamento Ltda., 2012. 148p.
- Zimmerman, M., Grigioni, G., Taddeo, H., & Domingo, E. (2011). Physiological stress responses and meat quality traits of kids subjected to different pre-slaughter stressors. *Small Ruminant Research*, 100(2), 137-142.

Zulkifli, I., Goh, Y. M., Norbaiyah, B., Sazili, A. Q., Lotfi, M., Soleimani, A. F., & Small, A. H. (2014). Changes in blood parameters and electroencephalogram of cattle as affected by different stunning and slaughter methods in cattle. *Animal Production Science*, 54(2), 18.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

A implicações encontradas foram:

1. A idealização do projeto teórico conflitou com a realização prática do mesmo. A retirada dos animais das baias visando o controle de variáveis individuais e a coleta sequencial das amostras impactou nos resultados dos parâmetros sanguíneos e metabólitos energéticos.
2. A distância entre o confinamento e o frigorífico no presente estudo foi de aproximadamente 30 km visando reduzir a interferência desta etapa no objetivo do estudo o jejum. Contudo, esta não corresponde, à distância média percorrida por caminhões que transportam bovinos no Brasil. Esta linha de raciocínio é interessante e abre a lacuna para outros projetos com maiores distâncias percorridas e os mesmos períodos de jejum e tempos de espera do presente estudo (6, 12 e 24h), sendo o abate, o horário de termino destes períodos.
3. O tipo de terminação dos animais do presente estudo, o confinamento, não é representativo na realidade da produção bovina brasileira, onde apenas 12,9% dos animais abatidos (ABIEC 2017) são oriundos deste tipo de terminação. Esta informação abre a possibilidade de ampliação deste projeto de pesquisa, além do reduzido o número de publicações utilizando os métodos do presente estudo.
4. Os resultados obtidos foram de grande valia mesmo com as implicações e dificuldades encontradas. Foi verificado a reação do organismo animal em um manejo que poucos se atentam mas possui grande importância para o bem-estar do animal e a qualidade da carne. Além de poder aprimorar o planejamento da indústria uma vez que com menores tempo de descanso, a linha de abate pode ser otimizada.