

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CARNE BOVINA EM RELAÇÃO AO GRUPO RACIAL, SEXO E INSENSIBILIZAÇÃO EM PLANTA FRIGORÍFICA DE PEQUENO PORTE

EVALUATION OF THE BEEF MEAT QUALITY ABOUT RACIAL GROUP, SEX, AND STUNNING IN A SMALL COMMERCIAL SLAUGHTERHOUSE

Priscila Renata da Costa¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil

<https://orcid.org/0009-0006-3666-4900>

pricosta@pralimev.com.br

Rafael Henrique de Almeida Ferreira⁴

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-5387-1091>

rafaelhenrique93@gmail.com

Prof. Orientador Dr. Augusto Aloísio Benevenuto Júnior²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-4276-7141>

augusto.junior@ifsudestemg.edu.br

Prof. Coorientador Dra. Leila de Genova Gaya³

Universidade Federal de São João Del-Rei, Minas Gerais, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-5004-1394>

genova@ufsj.edu.br

Prof. Coorientador Dr. Sérgio Bertelli Pflanze Junior⁴

Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-8482-9569>

spflanzer@gmail.com

¹Administração do Projeto

²Análise Formal, Conceituação, Curadoria de Dados, Supervisão

³Investigação, Metodologia, Software, Supervisão.

⁴Revisão e Edição

Recebido: 02/05/2024. Parecer: 09/08/2024. Corrigido: 13/08/2024. Aprovado: 24/08/2024. Publicado: 29/08/2024



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

RESUMO

O conceito de qualidade da carne é associado a aspectos intrínsecos e extrínsecos, incluindo o bem-estar animal, o que se denomina qualidade ética, e esses fatores que também possam influenciá-la precisam ser avaliados. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do grupo racial, sexo e eficiência da insensibilização sobre indicadores de qualidade de carne de bovinos em uma planta frigorífica comercial de pequeno porte. Foram avaliados 1387 bovinos entre os meses de junho e dezembro de 2021. Após os animais serem submetidos à insensibilização foram observados os sinais de consciência (vocalização, reflexo de endireitamento, reflexo palpebral e respiração rítmica) e mensurados pH, cor e CRA das carcaças abatidas. O método dos modelos mistos gerais foi utilizado e o nível de significância estatística assumido foi de 5% e, em caso de efeitos estatisticamente significativos, o teste de Tukey foi utilizado para comparações múltiplas. De acordo com os parâmetros físico-químicos avaliados, os valores para cor, pH e CRA estiveram entre os limites considerados normais para carne bovina, embora os dados sugiram que machos castrados possuem valores de pH menores que fêmeas e machos inteiros; assim como fêmeas possuem carne mais escura que machos. Em relação à eficiência da insensibilização, não houve nenhuma diferença significativa para os parâmetros avaliados. Entretanto, esses resultados são preliminares e valem como ponto de partida para aprofundar o assunto em estudos futuros, uma vez que a variável idade não foi isolada na pesquisa.

Palavras-chave: Abate. Parâmetros físico-químicos. Bem-estar animal.

ABSTRACT

The concept of meat quality is associated with both intrinsic and extrinsic aspects, including animal welfare, referred to as ethical quality, and these factors that may also influence it need to be evaluated. Given the above, this research aimed to

assess the influence of breed group, sex, and the efficiency of stunning on meat quality indicators in a small commercial slaughterhouse located in the micro-region of São João Del-Rei/MG. It was evaluated 1387 cattle between June to December 2021. After the animals were stunned by a pneumatic captive-penetrating pistol (DALPINO®), signs of consciousness were observed (vocalization, straightening reflex, eyelid reflex, and breathing rhythmic) and pH, color, and WHC of slaughtered carcasses were measured. The general mixed models method was used and the assumed statistical significance level was 5%, in the case of statistically significant effects, the Tukey test was used for multiple comparisons. According to the physical-chemical parameters evaluated, the values for color, pH, and WHC were among the limits considered normal for beef, although the results suggest differences in the efficiency and quality of bovine stunning, with zebu cattle being better stunned than bulls and crossbreds, and castrated males than not castrated males and females. Regarding the efficiency of stunning, there was no significant difference for the evaluated parameters. However, these results are preliminary and serve as a starting point to deepen the subject in future studies, since the age variable was not isolated in the research.

Keywords: Cattle slaughter. Physical-chemical parameters. Animal welfare.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre a produção pecuária no país, de 2020 a 2022, dos estabelecimentos de abate de bovinos inspecionados, mais de 80% representam indústrias de pequeno e médio porte (Brasil, 2022), destacando a importância desses estabelecimentos para

a economia e abastecimento de carne no mercado interno. Entretanto, neste cenário, de acordo com Costa e Bonnas (2021), as pequenas empresas enfrentam dificuldades que limitam suas perspectivas, principalmente em relação aos objetivos e vantagens da implantação de sistemas de gestão da qualidade, incluindo bem-estar animal.

Quando se trata de uma planta de abate de pequeno porte, há grande dificuldade na qualificação de recursos humanos e financeiros envolvidos, da logística, e da cultura de qualidade da empresa. É um desafio entender e aplicar normas que atendam aos padrões legais vigentes, embora o maior e principal desafio seja conscientizar os proprietários da importância de mudanças, implementação de metodologias e estratégias que possam auxiliar de fato a melhorar a qualidade de seus produtos. Principalmente quando se trata de bem-estar animal e sua relação com a qualidade da carne.

Em se tratando da qualidade da carne, que antes envolvia apenas aspectos sensoriais, tecnológicos e nutricionais, há uma atualização desses conceitos, incorporando também aspectos sanitários, ambientais e éticos (Ludtke *et al.*, 2012; Fanalli, 2018; Teixeira, 2021). Sendo assim, o manejo pré-abate dos bovinos destinados ao consumo humano é fundamental para garantir a qualidade da

carne que irá para a mesa do consumidor. A falta de comprometimento com o bem-estar animal, relacionado ao manejo pré-abate, pode levar à produção de carne de baixa qualidade e a perdas significativas no valor comercial da carcaça, podendo afetar a capacidade de retenção da água (CRA), a cor e o pH.

Os bovinos destinados à produção de carne apresentam uma ampla variedade de raças, sexo, idade e peso, que podem influenciar, além da qualidade da carcaça e da carne, a eficiência da insensibilização, uma vez que diferentes raças variam em tamanho, proporções musculares, gordura e ossos. Sendo assim, em uma rotina de abate, principalmente em plantas frigoríficas comerciais de pequeno porte, que abatem até 100 cabeças diárias, é possível haver inconstância na eficiência da insensibilização, presumindo-se que essa variação esteja relacionada a variações de sexo, idade e raças em um mesmo lote.

Diante disso, indústrias do setor agroalimentar vêm buscando estratégias para conquistar a confiança do consumidor no que tange à qualidade, à procedência, à metodologia de produção e à higiene dos alimentos na produção final. Ainda assim, há dificuldade, por parte das indústrias de pequeno e médio porte, em implementar medidas que possam, ao mesmo tempo, atender aos requisitos mínimos da legislação e dos requisitos esperados pelo

consumidor, e ainda se manter competitiva no mercado econômico.

O objetivo do presente estudo, portanto, foi avaliar a qualidade das carcaças bovinas abatidas em plantas frigoríficas comerciais de pequeno porte, de forma a entender as principais dificuldades e desafios deste setor que representa a maioria das indústrias do país.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLETA DE DADOS

O experimento foi conduzido no período de junho a dezembro de 2021, nas dependências de um frigorífico de pequeno porte, localizado na microrregião de São João Del-Rei, no Estado de Minas Gerais, cuja pecuária leiteira é tradicional. O estabelecimento é inspecionado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), com capacidade média de matança diária (CMMD) de 60 bovinos/dia e 200 suínos/dia.

Durante o experimento, 1387 animais foram avaliados, aleatoriamente,

no momento da inspeção *ante-mortem*, com base nas informações declaradas pelo produtor rural na Guia de Trânsito Animal (GTA). Os bovinos selecionados, ainda no curral, foram identificados quanto ao sexo [Macho Inteiro (M), Macho Castrado (MC) ou Fêmea (F)] e grupo racial [Taurinos (T), Zebuínos (Z) e Mestiços (TZ)], e numerados com tinta, de acordo com a escala de abate do estabelecimento. Após a inspeção *ante-mortem* e identificação, os animais foram liberados para o abate.

Os animais foram insensibilizados em Box de insensibilização com contenção de cabeça, por concussão cerebral através de disparo com pistola pneumática de dardo cativo penetrante (DALPINO®), calibrados de 175 a 190 libras, conforme recomenda o fabricante (Dalpino, 2022). Para realizar a insensibilização, o colaborador posicionava a pistola no ponto de cruzamento das duas linhas imaginárias traçadas entre os olhos e o centro da base dos chifres opostos (Gilliam *et al.*, 2012; Ludtke *et al.*, 2012; Gilliam *et al.*, 2014; HSA, 2016; Gilliam *et al.*, 2018; Nielsen *et al.*, 2020), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Vista frontal e sagital da cabeça bovina e posicionamento da pistola em relação ao crânio do animal, indicando o local ideal do disparo para insensibilização do animal.



Fonte: Adaptado de NEVES, 2008.

É importante destacar que no presente estudo foram avaliados animais abatidos em plantas comerciais de abate, cuja heterogeneidade é alta, ou seja, uma grande variedade de animais de vários grupos raciais, sexo e idade são enviados para abate, sem padronização de lote.

Logo após a insensibilização, os sinais de insensibilização foram monitorados pelo operador, e quando havia falha na insensibilização, o procedimento era repetido imediatamente, com o equipamento de emergência de mesmo modelo e calibragem da pistola principal (DALPINO®), disponível em local de acesso fácil e rápido.

Os animais insensibilizados foram erguidos por um guincho elétrico até a trilhagem aérea (nórea) que levava à canaleta de sangria, num tempo não superior a um minuto, para a operação de sangria, realizando corte (incisão) no pescoço, seccionando os grandes vasos que emergem do coração (artérias

carótidas e artérias vertebrais), localizados próximos às vértebras cervicais. Após a operação de sangria, os animais permaneciam por um período mínimo de 3 minutos na canaleta de sangria e somente após a morte do bovino é que se dava início à esola e demais etapas do abate.

Antes da entrada das meias carcaças na câmara de resfriamento, foi feita a coleta de aproximadamente 10g na porção muscular exposta entre a quinta e a sexta costelas do músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé), para realização das análises dos parâmetros físico-químicos (pH 24 horas e CRA). O tempo entre a insensibilização e a entrada das carcaças na câmara de resfriamento foi de uma (1) hora.

2.2 PARÂMETROS AVALIADOS

O trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foi avaliada a qualidade ética, por meio da eficiência na insensibilização. A segunda etapa

consistiu em avaliar a qualidade da carne, com medições de parâmetros físico-químicos da carne: pH, cor e capacidade de retenção de água (CRA).

2.2.1 Eficiência na insensibilização

A eficiência da insensibilização (sinais) foi monitorada de acordo com o

sugerido por Ludtke *et al.* (2012), no modelo de avaliação do Ponto Crítico de Controle n° 2 (PCC 2) da planilha de auditoria em bem-estar animal apresentada no Manual de abate humanitário de bovinos, conforme Quadro 1. Os mesmos parâmetros são orientados pela Portaria n° 365/2021 (Brasil, 2021).

Quadro 1 – Parâmetros de avaliação da eficiência na insensibilização.

PCC 2 - Eficiência na insensibilização

A ocorrência de bovino mal insensibilizado na canaleta de sangria é considerada uma não conformidade grave. Apenas os bovinos que não apresentarem sinais de sensibilidade poderão ser suspensos e sangrados. Caso estejam ainda conscientes, devem ser imediatamente reinsensibilizados. Não há tolerância para o início dos procedimentos de esfolagem de um bovino que demonstre sensibilidade ou retorno da consciência.

Considera-se que um bovino está mal insensibilizado quando apresenta:

- Respiração rítmica (RR) e/ou;
- Reflexo de endireitamento da cabeça e tentativa de recuperar a postura na linha (RP) e/ou;
- Reflexo corneal ou piscar espontâneo (sem tocar na córnea ou pálpebra) (RC) e/ou;
- Vocalização (V)

Amostragem: Avaliar após a insensibilização, na praia de vômito, a quantidade recomendada conforme o procedimento de amostragem.

Limites de tolerância: É inadmissível a presença de bovino mal insensibilizado na canaleta de sangria.

Fonte: Adaptado de Ludtke *et al.*, 2012.

A vocalização foi o primeiro sinal avaliado após a insensibilização, com o animal ainda no box de contenção. Em seguida, o animal era ejetado para praia de vômito, onde foram avaliados os demais parâmetros referentes à eficiência da insensibilização antes do animal ser içado.

Com o bovino na praia de vômito, o monitor posicionou a mão nas narinas do animal e observava o flanco, verificando se havia movimentação do vazio, para avaliação da respiração rítmica (RR). Ao mesmo tempo, passava-se a mão na frente dos olhos do animal e em seguida tocava-se a córnea ou pálpebra para avaliação do

pisca espontâneo e reflexo corneal (RC). E por último, após prender o pé esquerdo do animal com a peia para içá-lo, iniciando sua suspensão em linha aérea, verificava-se arqueação do pescoço e tentativa de recuperar a postura (RP).

Na presença de pelo menos um dos parâmetros observados e apresentados no Quadro 1 (RR e/ou RP e/ou RC e/ou V) foi classificado o animal como mal insensibilizado (2) e, conforme orienta a legislação vigente, os animais que apresentavam sinais de sensibilidade/consciência foram submetidos à reinsensibilização antes da operação de sangria (Brasil, 2021).

Para fins de estudo desta pesquisa, foram considerados bem insensibilizados (1) aqueles animais que não apresentaram nenhum sinal de sensibilidade com um único disparo (Grandin, 2003).

2.2.2 pH

O pH da carne foi aferido em quatro momentos: 1, 3, 5 e 24 horas após o abate – com auxílio de pHmetro de bolso para análise de semissólidos da marca Akso® modelo pH in. As medições desse parâmetro, com exceção da medição 24h, foi realizada na porção muscular exposta entre a quinta e a sexta costelas do músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé), diretamente nas meias carcaças (uma medição em cada meia carcaça) por meio da inserção do pHmetro no músculo. Esse local foi escolhido por se tratar de um

frigorífico comercial, que presta serviços em abate, com expedição de meias carcaças e quartos, cuja desossa não é realizada.

Após a primeira medição, foi coletada uma amostra de carne do mesmo músculo em cada meia carcaça, de aproximadamente 10 gramas, e mantidas sob refrigeração à temperatura de 4°C, quando foi realizada a medição do pH 24 horas.

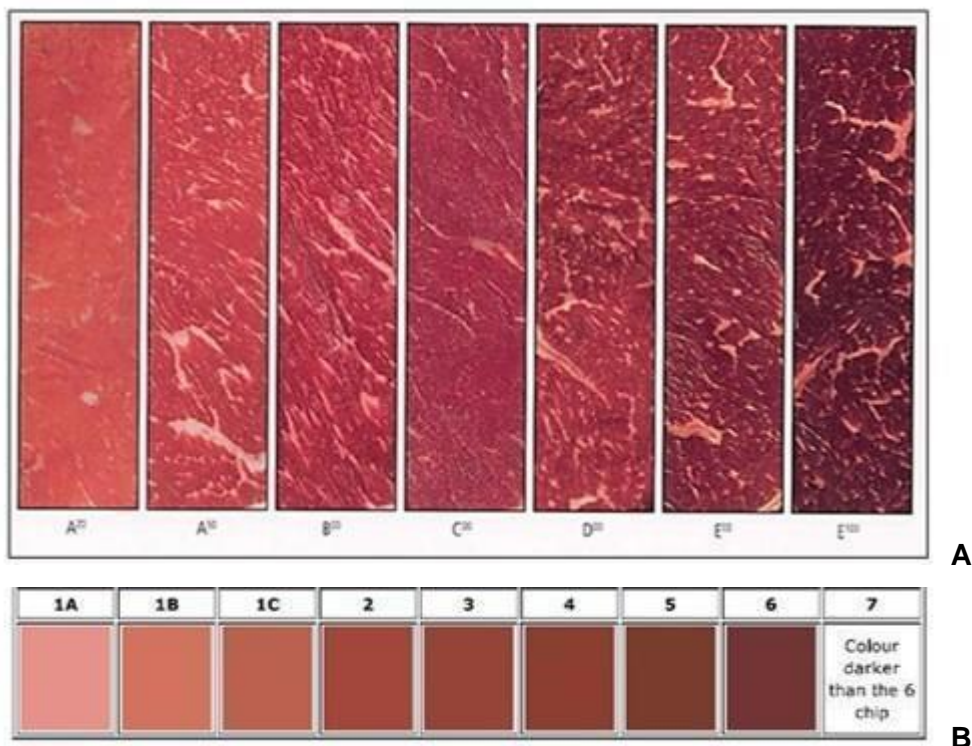
2.2.3 Cor

Após o resfriamento, as carcaças foram seccionadas entre a quinta e a sexta costelas, expondo o músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé). A avaliação da cor da carne foi realizada por meio de metodologia de comparação de cor do corte com padrão *Beef Color Standards* (BCS). Foram utilizados dois modelos: USDA - Quality Grade Norte-Americano (AMSA, 2001) e Aus-Meat (AUS-MEAT, 2005). As avaliações subjetivas de cor foram realizadas a partir de escores fotográficos específicos de acordo com a Figura 2.

A cor foi avaliada visualmente com auxílio de escalas fotográficas, as quais foram colocadas próximas ao corte a ser avaliado. O padrão BCS USDA (Cor 1) foi classificado de 0 a 6, representando respectivamente os valores A20; A50; B00; C00; D00; E00 e E100 da cartela; e o padrão BCS Aus-Meat (Cor 2) foi

classificado 0 a 7, representando respectivamente os valores 1A; 1B; 1C; 2; 3; 4; 5; 6, da cartela.

Figura 2 – Modelo dos padrões BCS usado para análise da diferença de cor no músculo de carcaças bovinas por comparação de padrões de referência para aplicação na rotina diária de trabalho.



Fonte: AMSA, 2001; AUS-MEAT, 2005.

Nota: **A**: Padrão USDA: avaliação da cor devido a idade fisiológica (USDA) – da esquerda para direita, animais mais jovens (maturidade A) a mais velhos (maturidade E); **B**: Padrão Aus-Meat: avaliação da cor do músculo por ilustração de escores que mostram o escurecimento – quando a pontuação da cor fica entre dois padrões de referência, é atribuída a classe correspondente a cor mais escura.

2.2.4 CRA

Para análise da capacidade de retenção de água (CRA), uma amostra de aproximadamente 10g foi coletada diretamente das meias carcaças, da porção muscular entre a quinta e a sexta costelas do músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé), antes das mesmas serem encaminhadas para câmara de resfriamento, uma hora após a sangria.

As amostras foram pesadas em balança digital portátil (Marca Wowohe® Modelo MH-500 | 500g/0,1g). Imediatamente depois, as amostras foram submetidas à perda por gotejamento, durante um período de 24 horas, pelo método gravimétrico sem aplicação de força, sendo cada amostra colocada em redes plásticas individuais e suspensas em saco plástico inflado, para minimizar perdas por condensação/evaporação

durante o armazenamento (Gomide; Ramos, 2007).

A CRA (%) foi calculada pela equação 1.

$$CRA = \frac{pf - pi}{pi} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

pi = peso inicial da amostra

pf = peso final da amostra (após 24 horas)

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software* SAS® *Statistical Analysis System* (SAS Institute, 2011). Foram calculadas as estatísticas descritivas para o parâmetro de qualidade ética (eficiência da insensibilização) e qualidade da carne (pH, cor e CRA da carne).

O método dos modelos mistos gerais foi utilizado para estudo dos efeitos das fontes de variação de grupo racial, sexo e eficiência na insensibilização para as características da qualidade da carne: pH, cor e CRA. Os modelos foram isolados para as características que não havia controle (tempo de transporte, distância entre a propriedade e frigorífico e temperatura).

A eficiência na insensibilização em relação aos diferentes grupos de animais

abatidos (grupo racial e sexo) foi avaliada estatisticamente em animais que foram insensibilizados por disparos no mesmo local e quantidade, ou seja, que foram insensibilizados com um único disparo aplicado no local adequado (centro do “x” imaginário), conforme Figura 1. Para análise estatística do pH e CRA foi considerada a média dos valores obtidos entre as duas meias carcaças.

O nível de significância estatística assumido foi de 5% e, em caso de efeitos estatisticamente significativos, o teste de *Tukey* foi utilizado para comparações múltiplas.

2.4 APROVAÇÃO DE COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

O presente trabalho foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH

Os valores obtidos para pH ao longo do tempo de 1h, 3h, 5h e 24h estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Média e desvio padrão dos valores de pH 1h; pH 3h; pH 5h e pH 24h obtidos das meias carcaças bovinas direita e esquerda, em relação ao grupo racial, sexo e sinais de insensibilização, dos animais abatidos

SEXO GR	pH 1 HORAS			MÉDIA
	F	M	MC	
T	6,99±0,24	6,98±0,21	6,84±0,25	6,99±0,24
Z	6,96±0,21	6,96±0,21	6,60±0,21	6,96±0,22
TZ	6,99±0,18	6,95±0,22	6,82±0,17	6,97±0,20
Média	6,99±0,21	6,95±0,21	6,82±0,22	6,97±0,22

SEXO GR	pH 3 HORAS			MÉDIA
	F	M	MC	
T	6,65±0,25	6,67±0,28	6,62±0,24	6,65±0,26
Z	6,59±0,27	6,55±0,25	-	6,56±0,26
TZ	6,61±0,28	6,62±0,28	6,56±0,24	6,61±0,28
Média	6,62±0,27	6,61±0,28	6,58±0,24	6,61±0,27

SEXO GR	pH 5 HORAS			MÉDIA
	F	M	MC	
T	6,19±0,25	6,24±0,27	6,15±0,30	6,21±0,26
Z	6,15±0,29	6,18±0,26	-	6,16±0,27
TZ	6,20±0,29	6,17±0,34	6,18±0,32	6,18±0,31
Média	6,19±0,28	6,18±0,30	6,18±0,32	6,18±0,30

SEXO GR	pH 24 HORAS			MÉDIA
	F	M	MC	
T	5,83±0,21	5,66±0,22	-	5,78±0,23
Z	5,72±0,23	5,73±0,23	-	5,73±0,23
TZ	5,82±0,25	5,78±0,27	5,37±0,17	5,80±0,26
Média	5,79±0,23	5,73±0,24	5,37±0,17	5,78±0,24

pH SINAIS	pH 1 HORA	pH 3 HORAS	pH 5 HORAS	pH 24 HORAS
1	6,96±0,21	6,61±0,26	6,19±0,28	5,79±0,25
2	6,99±0,20	6,62±0,28	6,18±0,32	5,76±0,23

Legenda: F = Fêmea; M = Macho; MC = Macho Castrado; T = Taurinos; Z = Zebuínos; TZ = Mestiços. Sinais = Eficiência na insensibilização; (1) Animais bem insensibilizados; (2) Animais mal insensibilizados.

Nota: pH1h*sexo = p<0,001 | pH3h*sexo = p>0,05 | pH5h*sexo = p>0,05 | pH24h*sexo = p<0,05
 pH1h*GR = p>0,05 | pH3h*GR = p>0,05 | pH5h*GR = p>0,05 | pH24h*GR = p>0,05
 pH1h*sinais = p>0,05 | pH3h*sinais = p>0,05 | pH5h*sinais = p>0,05 | pH24h*sinais = p>0,05

No presente estudo, quando avaliados os valores obtidos para pH em relação aos diferentes parâmetros avaliados, para grupo racial e

insensibilização, não foi percebido efeito (p>0,05) em nenhum dos intervalos após o abate (1h; 3h; 5h e 24h). Todavia, quando avaliado em relação ao sexo dos animais

os valores de pH 1h ($p < 0,001$) e pH 24h ($p < 0,05$) apresentaram diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2 – Média e erro padrão da média (EPM) dos valores de pH 1h e pH 24h obtidos das meias carcaças bovinas direita e esquerda, em relação ao sexo, dos animais abatidos.

SEXO	pH 1H	pH 24H
F	6,99±0,014 ^A	5,79±0,028 ^A
M	6,95±0,013 ^A	5,73±0,032 ^A
MC	6,82±0,039 ^B	5,37±0,17 ^B

Legenda: F = Fêmea; M = Macho; MC = Macho Castrado.

Nota: pH1h*sexo = $p < 0,001$ | pH3h*sexo = $p > 0,05$ | pH5h*sexo = $p > 0,05$ | pH24h*sexo = $p < 0,05$

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os valores médios de pH encontrados neste estudo foram de $6,97 \pm 0,22$; $6,61 \pm 0,27$; $6,18 \pm 0,30$ e $5,78 \pm 0,24$, respectivamente pH 1h; pH 3h; pH 5h e pH 24h. De acordo com a literatura, em bovinos, o processo de glicólise se desenvolve lentamente com o pH inicial em torno de 7,0 caindo após cinco horas para 6,4 e 6,8 e após 24 horas oscila entre 5,5 e 5,8 (Roça, 2001; Lutduke *et al.*, 2012). Portanto, no presente trabalho foram encontrados valores semelhantes ao da literatura.

Valores semelhantes foram encontrados por Pinto e Silva (2018), que fizeram a medição de pH 1h e 24h, cujos valores oscilaram de 6,23 a 6,59 e de 5,63 a 5,86, respectivamente. Entretanto, de acordo com Gonçalves *et al.* (2004), para que ocorra a quebra adequada das proteínas actina e miosina, garantindo maior maciez da carne, o pH final deve estar em torno de 5,5. Neste caso, os resultados desta pesquisa estão acima ao

indicado por esses autores, com exceção do grupo de machos castrados, cuja média para pH 24h foi de $5,37 \pm 0,17$. O que pode indicar que machos castrados tendem a ter uma maior maciez da carne se comparado com machos inteiros e fêmeas.

Devant *et al.* (2007) encontraram em seu estudo que 82,10% das carcaças avaliadas tiveram valores de pH menor que 5,80, 13,89% apresentaram pH em torno de 5,80 e 4,01% pH maior que 6,0, apontando o manejo na planta de abate, gênero, baixo teor de gordura da carcaça e tempo de espera no frigorífico como fatores responsáveis pelo aumento do pH da carne 24 horas *post-mortem*. Assim, o presente estudo valida o trabalho desses autores, uma vez que, em relação ao sexo, também foram encontradas diferenças significativas, cujos valores de pH 1h e 24h foram maiores para fêmeas e machos inteiros.

3.2 Cor

Foram avaliadas diferenças entre grupo racial, sexo e insensibilização em relação ao parâmetro cor das meias carcaças dos animais abatidos. Os resultados desta pesquisa mostram diferenças significativas ($p < 0,05$) da cor em

relação ao sexo dos animais avaliados. Entretanto, em relação ao grupo racial e insensibilização não houve diferenças significativas ($p > 0,05$). Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Média e erro padrão da média (EPM) dos escores de cor 24h obtidos em relação ao sexo de bovinos abatidos.

SEXO	MEIA CARCAÇA DIREITA		MEIA CARCAÇA ESQUERDA	
	Cor 1	Cor 2	Cor 1	Cor 2
F	4,39±0,15 ^A	3,37±0,18 ^A	4,25±0,16 ^A	3,30±0,19 ^A
M	3,50±0,18 ^B	2,15±0,21 ^B	3,45±0,20 ^B	2,43±0,23 ^B
MC	2,91±0,89 ^{A,B}	1,32±1,05 ^{A,B}	3,54±0,98 ^{A,B}	2,04±1,13 ^{A,B}

Legenda: F = Fêmea; M = Macho; MC = Macho Castrado.

Nota: A cor 1 refere-se ao método BCS pelo padrão AUS-MEAT cuja escala varia de “0” a “7”, sendo “zero” mais claro e “sete” mais escuro. A cor 2 refere-se ao método BCS pelo padrão USDA cuja escala varia de “0 a 6”, sendo “zero” mais claro e “seis” mais escuro. Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Neste trabalho, ambos padrões, Aus-Meat e USDA, demonstraram diferenças significativas entre fêmeas e machos inteiros, sendo que fêmeas apresentaram cor da carne mais escura quando comparadas aos machos. Nesta pesquisa não foi estudada a idade dos animais, mas é sabido que a maioria das fêmeas abatidas eram de descarte, ou seja, animais mais velhos, de aptidão leiteira e criados a pasto, que podem justificar esses achados, pois a aparência das fibras musculares muda com a idade e atividade do animal.

Em um animal jovem as fibras musculares possuem uma textura fina e coloração bastante clara, em tom vermelho rosado. Conforme o animal fica mais velho, a textura das fibras fica progressivamente mais grossa e a sua cor se torna mais escura devido ao aumento do teor de

mioglobina que estoca oxigênio necessário para os mecanismos oxidativos, uma vez que a eficiência dos sistemas respiratório e circulatório reduzem, e isso faz com que menos oxigênio chegue aos músculos, obrigando-os a armazenar mais oxigênio durante os períodos de repouso e, conseqüentemente, aumentando a síntese de mioglobina e sua concentração no músculo (Gomide; Ramos; Fontes, 2013 e 2014). Entretanto, não foram encontrados, na literatura, trabalhos que utilizaram a mesma metodologia e, embora encontradas diferenças significativas entre sexo dos animais abatidos, os padrões de cores encontrados estão entre os limites considerados normais para carne bovina.

3.2 CRA

Os resultados de CRA estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Média e desvio padrão da capacidade de retenção de água (CRA) obtidas das meias carcaças bovinas.

	MEIA CARCAÇA DIREITA	MEIA CARCAÇA ESQUERDA	MÉDIA
CRA	2,74% ± 0,029	2,84% ± 0,027	2,80% ± 0,028

CRA x Grupo racial = $p > 0,05$ | CRA x sexo = $p > 0,05$ | CRA x insensibilização = $p > 0,05$

Foram estudadas as diferenças em relação ao grupo racial, sexo e insensibilização dos animais abatidos. Entretanto, não foram verificadas diferenças na CRA para os parâmetros avaliados ($p > 0,05$).

O mecanismo pelo qual a carne perde exsudato é influenciado tanto pelo pH do tecido quanto pela quantidade de espaço na célula muscular, especialmente nas miofibrilas, onde a maior parte da água é retida. Desse modo, as mudanças *post mortem*, que levam à produção de ácido láctico, à perda de ATP, à instauração do *rigor mortis* e às mudanças na estrutura muscular associadas à ação proteolítica enzimática (maturação), têm efeito marcante na CRA (Gomide, Ramos, Fontes, 2014). Sendo assim, o resultado da CRA ratifica os resultados encontrados para pH e cor, uma vez que ambos os resultados estão entre os limites considerados normais para carne bovina.

4 CONCLUSÕES

Quando se trata de uma planta de abate de pequeno porte, há grande dificuldade na qualificação de recursos humanos e financeiros envolvidos, na

logística, e na cultura de qualidade da empresa. É um desafio muito grande entender e aplicar normas que atendam aos padrões legais vigentes, embora o maior e principal desafio seja conscientizar os proprietários da importância de mudanças, implementação de metodologias e estratégias que possam auxiliar de fato a melhorar a qualidade de seus produtos. Principalmente quando se trata de bem-estar animal e sua relação com a qualidade da carne.

De acordo com os parâmetros físico-químicos avaliados, os valores para cor, pH e CRA estiveram entre os limites considerados normais para carne bovina, embora os dados sugerem que machos castrados possuem valores de pH menores que fêmeas e machos inteiros; assim como fêmeas possuem carne mais escura que machos. Entretanto, esses resultados são preliminares e valem como ponto de partida para aprofundar o assunto em estudos futuros, uma vez que a variável idade não foi isolada na pesquisa. Em relação à eficiência da insensibilização, não houve nenhuma diferença significativa para os parâmetros avaliados.

Após o desenvolvimento deste trabalho, foi possível implementar e adequar na rotina da indústria medidas de monitoramento dos animais abatidos, e da qualidade das carcaças, de modo a criar estratégias de crescimento e melhorias contínuas em busca de atender aos parâmetros de bem-estar animal e de qualidade de carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMSA. **Meat Evaluation Handbook**. SMITH, G.; GRIFFIN, D.; JOHNSON, K. (Ed.) Kearney, MO: American Meat Science Association, 1ed. 2001. 160p.

AUS-MEAT. **Handbook of Australian Meat**. KING (Ed.) International Red Meat Manual, p. 11, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 365, de 16 de julho de 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Revoga a Instrução Normativa DAS/MAPA nº 3, de 17 de janeiro de 2000.] **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=600&pagina=1&ata=23/07/2021>>. Acesso em 25 out. 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estatística da Produção Pecuária de 2022. **IBGE-Coordenação de agropecuária**, Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/abate/brasil>>. Acesso em 09 abr. 2023.

COSTA, P. R.; BONNAS, D. S. Challenges in the implementation of self-control plan in small and medium size slaughterhouse. **International Journal of Health Science**, v. 2, n. 23, p. 1-8, 2022. <<https://doi.org/10.22533/at.ed.1592232205054>>

DALPINO. **Pistola pneumática para bovinos**. 2022. Disponível em: <<https://dalpino.com.br/product/atordoador-pneumatico-para-bovinos/>> Acesso em: 15 ago. 2022.

DEVANT, M., MACH, N., BACH, A., VELARDE, A. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**. v. 78, n. 3, p. 232–238, 2007.

FANALLI, S. L. Perfil de consumo e percepção dos consumidores de carne: consequências sobre a saúde pública. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.31, não paginado, 2018. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/7YgU5DLnaglDsVr_2018-9-19-8-41-24.pdf. Acesso em: 23 de jan. 2023

GILLIAM J.N.; SHEARER J.K.; WOODS J.; HILL, J.; REYNOLDS J.; TAYLOR J.D.; BAHAR R.J.; CROCHIK S.; SNIDER T.A. Captive-bolt euthanasia of cattle: Determination of optimal-shot placement and evaluation of the Cash Special Euthanizer Kit® for euthanasia of cattle. **Animal Welfare**. V. 21, p. 99–102, 2012. <<https://doi.org/10.7120/096272812X13353700593806>>

GILLIAM J.N.; WOODS J.; HILL J.; SHEARER J.K.; REYNOLDS J.; TAYLOR J.D. **Evaluation of the cash euthanizer captive bolt system as a single step euthanasia method for cattle of various ages**; Proceedings of the 4th International Symposium on Beef Cattle Welfare; Ames, IA, USA. p. 16-18, 2014.

GILLIAM, J.N.; SHEARER, J.K.; BAHR, R.J.; CROCHIK, S.; WOODS, J.; HILL, J.; REYNOLDS, J.R.; TAYLOR, J.D.

Evaluation of brainstem disruption following penetrating captive bolt shot in isolated cattle heads: Comparison of traditional and alternative shot placement landmarks. **Animal Welfare**. v. 3, p. 347–353, 2018.

<<https://doi.org/10.7120/09627286.25.3.347>>

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.

Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa: UFV, 2007. 599p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: Fundamentos**. Viçosa: UFV, 2013. 197p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 2v, 2014.

GONÇALVES, L.A.G., ZAPATA, J.F.F., RODRIGUES, M.C.P.; BORGES, A.S. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 24, p. 459-467, 2004.

GRANDIN, T. **Good management practices for animal handling and stunning**. 2003. Disponível em:

<http://aamp.com/documents/GMPsforAnimalHandling_000.pdf>. Acesso em: 22 jul. 21.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J.R.P.; BARBALHO, P.C.; DANDIN, T.V.; VILELA, J.A.; FERRARINI, C. **Abate humanitário de bovinos**. WSPA. Jaboticabal: UNESP, 2012. 148p. ISBN: 978-85-63814-01-02

NEVES, J. E. G. Influências de métodos de abate no bem-estar e na qualidade da carne de bovinos. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” **Faculdade de**

Ciências Agrárias e Veterinárias.

Jaboticabal, São Paulo, 2008, 69p.

NIELSEN, S.S.; ALVAREZ, J.; BICOUT, D.J.; CALISTRI, P.; DEPNER, K.; DREWE, J.A.; GARIN-BASTUJI, B.; ROJAS, J.L.G.; SCHMIDT, C.G.; MICHEL, V.; CHUECA, M.A.M.; ROBERTS, H.C.; SIHVONEN, L.H.; SPOOLDER, H.; STAHL, K.; VILTROP, A.; WINCKLER, C.; CANDIANI, D.; FABRIS, C.; STEDE, Y.V.D.; VELARDE, A. Welfare of cattle at slaughter. **European Food Safety Authority. EFSA Journal published**. V. 18, n. 11, p. 6275, 2020.

<<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6275>>

PINTO, D. N. A.; SILVA, L.C. Avaliação da tecnopatía na insensibilização em bovinos sobre os parâmetros de bem-estar animal e impactos na cor e pH em carcaças. (Mestrado). **UNOPAR**, Arapongas, PR, 2018.

ROÇA, R. O. Abate humanitário de bovinos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 4, n. 2, p. 73-85, 2001.

SAS. Statistical Analysis System. **SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2011. Disponível em:

<https://www.sas.com/pt_br/home.html>

TEIXEIRA, K. **A percepção dos consumidores e profissionais de saúde sobre a produção de suínos e pesquisa de Salmonella sp. em carne suína no estado de Goiás**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2021, 161p.