

**PÂMELA GRACIOLI VILAS BÔAS**

**EFEITO DAS MATURAÇÕES *WET AGED* E *BUTTER BEEF* NA QUALIDADE DA  
CARNE DE VACAS DE DESCARTE E NOVILHOS**

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

Orientador: Mario Luiz Chizzotti

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

B662e  
2021 Bôas, Pâmela Gracioli Vilas, 1995-  
Efeito das maturações wet aged e butter beef na qualidade  
da carne de vacas de descarte e novilhos / Pâmela Gracioli Vilas  
Bôas. – Viçosa, MG, 2021.  
1 dissertação eletrônica (22 f.): il.

Orientador: Mario Luiz Chizzotti.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Zootecnia, 2021.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.453>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Nelore (Bovino). 2. Vacas - Carcaças. 3. Carne -  
Qualidade. 4. Carne - Análise. I. Chizzotti, Mario Luiz, 1980-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 636.29

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB6/2552

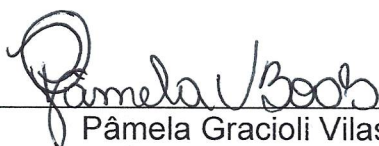
**PÂMELA GRACIOLI VILAS BÔAS**

**EFEITO DAS MATUREÇÕES *WET AGED* E *BUTTER BEEF* NA QUALIDADE DA  
CARNE DE VACAS DE DESCARTE E NOVILHOS**

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

APROVADA: 27 de julho de 2021.

Assentimento:



---

Pâmela Gracioli Vilas Bôas  
Autora



---

Mario Luiz Chizzotti  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por minha vida, por iluminar o meu caminho, pela proteção e por permitir a realização de mais um sonho.

Aos meus pais, Denilce e Marcelo, por todo o amor transmitido, pelo grandioso cuidado e apoio pela busca de mais um sonho. Ao meu irmão, José Marcelo, agradeço todo companheirismo, sinceridade e proteção. A minha família, meus avós, tios e primas, agradeço por todo incentivo.

Aos meus filhos de quatro patas, Baby e Peter, pelo companheirismo desde dos meus 10 anos de idade. Agradecimento especial por serem minha principal companhia em meio a uma pandemia.

Ao meu orientador, Mario Luiz Chizzotti, obrigada pela orientação e ensinamentos. Serei sempre grata.

Aos professores e servidores do Departamento de Zootecnia por toda a ajuda e conhecimento. Especial professoras Karina e Cristina. e secretária de pós graduação, Fernanda, que sempre foi muito prestativa e gentil.

Aos meus colegas e amigos de trabalho do LCC, por toda a ajuda, ensinamentos e momentos descontraídos, obrigada por tornar este período mais leve.

À minha família de Viçosa: Camila, Cleiton, Cida, Cris, Dhones, Gabriele, Isabela, Jardeson, Jenifer, Lucas, Nathalia, Paulo, Rizi, Robert, Weyber. Por toda companhia, pelos momentos de descontração e ensinamentos.

Aos amigos de vida: Camila, Maju, Bianca, Samilla, Paula, Alicia, Karina, obrigada por se fazerem presentes mesmo a quilômetros de distância.

À Universidade Federal de Viçosa, que sempre me acolheu desde do meu primeiro SIMCORTE em 2014, durante um ano pelo programa de mobilidade acadêmica e seis meses como aluna especial da pós-graduação antes de cursar o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Muito Obrigada!!

## RESUMO

BÔAS, Pâmela Gracioli Vilas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2021. **Efeito das maturações *wet aged* e *butter beef* na qualidade da carne de vacas de descarte e novilhos.** Orientador: Mario Luiz Chizzotti.

Objetivou-se avaliar as características qualitativas das carnes de vacas de descarte e carnes de novilhos submetidas as maturações *wet aged* e *butter beef*, durante 21 dias. Foram utilizadas dez carcaças de vacas e oito carcaças de novilhos. As amostras foram retiradas das meia-carcaças esquerdas na região do músculo *longissimus dorsi*. Os cortes foram divididos em duas partes e cada parte foi destinada, aleatoriamente, as maturações *wet aged* ou *butter beef* e armazenados durante 21 dias. As amostras da maturação *butter beef* apresentaram maior maciez em relação às amostras de maturadas a vácuo (*wet aged*). As amostras maturadas de vacas de descarte tiveram menor perda por descongelamento, comparadas as de novilhos. Além disso, de maneira geral, carnes maturadas de vacas apresentaram-se mais escuras que as carnes maturadas dos novilhos. As carnes de vacas também apresentaram maior oxidação lipídica em comparação às dos novilhos. Sendo assim, concluímos que a maturação *butter beef* é superior a *wet aged* em promover a maciez da carne, e que a carne maturada de vacas de descarte apresenta coloração mais escura que a dos novilhos.

Palavras-chave: Bovinos. Cor. Maciez. Maturação Úmida.

## ABSTRACT

BÔAS, Pâmela Gracioli Vilas, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2021. **Wet and butter aging affects on meat quality of cull cows and steers.** Adviser: Mario Luiz Chizzotti.

The objective of this study was to evaluate the meat qualitative parameters of cull cows and steers submitted to wet and butter aging for 21 days. Ten cull cow carcasses and eight steers carcasses were used. Samples were taken from left half carcasses in the *longissimus dorsi* muscle region. Each sample was divided into two parts and each part was randomly assigned to wet or butter aging treatments and stored for 21 days. The samples from the butter-aged treatment showed greater tenderness from the wet-aged treatment. Samples from cull cows had lower thawing losses compared to steers. In general, meat aged from cull cows was darker than the meat from steers. Meat from cows also showed higher lipid oxidation compared to that of males. Thus, it was concluded that among meat qualitative characteristics from cull cows submitted to the butter aging treatment, meat tenderness is increased. Moreover, aged meat from cows differs in color, being darker.

Keywords: Cattle. Color. Tenderness. Wet-aged.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
2.1 Matéria-prima e processamento .....	8
2.2 Maturação e preparação dos bifes.....	8
2.3 Avaliação instrumental da cor.....	9
2.4 Perda de exsudato .....	10
2.5 Força de cisalhamento .....	10
2.6 Comprimento do sarcômero .....	10
2.7 Índice de fragmentação miofibrilar .....	11
2.8 Oxidação .....	12
2.9 Análise estatística.....	12
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
3.1 Perdas de exsudatos da carne .....	13
3.2 Cor da carne e oxidação .....	14
3.3 Maciez da Carne .....	16
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>18</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A maturação de cortes cárneos bovinos é um processo necessário e comum que ajuda a melhorar parâmetros qualitativos da carne, como maciez e sabor, além de agregar valor ao produto (KIM et al., 2018; TERJUNG et. al., 2021). A maturação da carne compreende uma série de fenômenos bioquímicos e físico-químicos que ocorrem durante o armazenamento refrigerado, promovendo à melhoria progressiva da sua qualidade, especialmente da maciez, por meio de sistemas proteolíticos inerentes a carne (RAMOS e GOMIDE, 2017; KIM et al., 2018). Em geral, existem duas técnicas de maturação: úmida e seca. A técnica mais utilizada é a maturação úmida ou *wet-aged*, que envolve embalagem a vácuo na carne. Enquanto a outra técnica, seca ou *dry-aged*, é menos comum e direcionada para produção de iguaria, sendo caracterizada pela carne não embalada, maturada em temperatura e umidade controladas (MILLER et al., 1997).

Além da maturação *dry-aged*, podem ser encontrados no mercado, algumas variações deste processamento. Dentre estas variações, pode-se citar a maturação em saco altamente permeável ao vapor de água, o que permite que as peças cárneas madurem com menor perda de umidade do que a maturação a seco convencional (AHNSTROM et al., 2006). Os produtos das maturações a seco são geralmente voltados para o mercado gourmet e para consumidores que estão dispostos a pagar valores superiores por estes produtos a fim de vivenciar uma nova experiência sensorial (DASHDORJ et al., 2016). Outra técnica existente no mercado é o processamento com manteiga, conhecido popularmente como *butter beef* ou *butter steak*. Nesta técnica, o corte cárneo é coberto com manteiga e depois maturado sem embalagem.

Em alguns países da Europa os cortes cárneos de vacas de descarte associados a maturação a seco são considerados sofisticados e são oferecidos em restaurantes como um produto premium (FRANCO et al., 2009; LI et al., 2014; MOREIRA et al., 2021). No entanto em muitos países a venda de vacas de descarte para abate possui uma desvalorização monetária em relação a animais mais jovens, devido a seu menor aproveitamento de carcaça e menor maciez da carne (XIONG et al., 2007; GALLI et al., 2008). Vacas de descarte representam uma fonte significativa

de carne para indústria bovina (XIONG et al., 2007), no Brasil em 2019 esta categoria representou 25,96% do total de animais abatidos (IBGE, 2020).

Diante do exposto, levantou-se a hipótese de que o processo de maturação na manteiga (*butter beef*), ainda sem estudos científicos, pode ser utilizada como técnica de maturação comercial para melhorar os atributos de qualidade da carne de animais de descarte. Assim, objetivou-se avaliar as características qualitativas da carne de animais de duas diferentes categorias, submetidas às maturações a vácuo e na manteiga, durante 21 dias.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima e processamento

Foram utilizadas carcaças de 18 animais, sendo 10 vacas de descarte Nelore com idade média de  $7,5 \pm 2,5$  anos e espessura de gordura subcutânea (EGS) de  $7,22 \pm 3,09$  cm e 8 novilhos de descarte oriundos da Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Corte, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa com idade média de  $19 \pm 2,6$  meses e EGS de  $0,66 \pm 0,57$  cm. As amostras foram retiradas das  $\frac{1}{2}$  carcaças esquerdas no músculo *longissimus dorsi* (LD), sendo divididos nas porções musculares do *longissimus thoracis* e *longissimus lumborum* e cada parte destinada aleatoriamente a uma das maturações (*wet aged* ou *butter beef*) e armazenados em câmara fria com temperatura controlada entre 1-4°C durante 21 dias.

### 2.2 Maturação e preparação dos bifés

Dois métodos de maturação foram usados neste estudo: *Wet aged* (WA), no qual as amostras foram embaladas a vácuo em sacos comerciais próprios e *butter beef* (BB), no qual as amostras foram cobertas por uma camada de manteiga sem sal, aplicada a uma temperatura média de 30°C, com a quantidade variando de acordo

com o tamanho da peça (média de 400g±71g/amostra), sendo as mesmas pesadas antes e depois desse processamento.

As amostras foram mantidas por 21 dias em uma câmara de resfriamento, a uma temperatura média de 2°C e umidade de 85%, sobre uma mesa de aço inoxidável sendo que as de BB ainda ficaram sobre um suporte gradeado. Ao final do período de maturação, todas as peças foram pesadas e congeladas. Toda a camada de manteiga das carnes da maturação BB foi removida antes do congelamento.

Em seguida, três bifês de 2,54 cm foram obtidos de cada amostra, um bife foi separado para o procedimento de liofilização, os bifês restantes foram embalados a vácuo e armazenados a -18°C, até o momento das avaliações dos parâmetros qualitativos da carne.

Calcularam-se as perdas de peso de maturação de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Perda por maturação (\%)} = \frac{(\text{Peso antes da maturação} - \text{Peso após maturação})}{\text{Peso antes da maturação}} \times 100$$

### 2.3 Avaliação instrumental da cor

Para avaliação instrumental da cor, um bife de cada unidade experimental foi descongelado durante 16 horas a 4°C. Após esse período, removeu-se o vácuo e a amostra foi exposta ao ar por, no mínimo, 30 minutos. A cor objetiva foi medida usando o colorímetro Hunter MiniScan EZ (4500L; Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, Virginia, EUA), calibrado antes do uso. A média dos valores de luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ) e índice de amarelo ( $b^*$ ) foram obtidas a partir da leitura de cinco locais diferentes na superfície exposta de cada bife, evitando grandes manchas de marmoreio, tecido conjuntivo e borda, usando iluminante D65, um tamanho de porta de 31,8 mm e observador padrão de 10°.

As proporções das formas químicas da mioglobina foram estimadas pelo método matemático de Krzywicki (1979). Os valores de refletância intermediária (473, 525 e 572 nm) obtidos no modo SCI foram determinados por interpolação linear e o conteúdo relativo dos pigmentos heme, expresso como porcentagem de oximioglobina ( $O_2Mb$ ), desoximioglobina ( $Mb^+$ ) e metamioglobina ( $MMb$ ), calculados.

#### 2.4 Perda de exsudato

A perda de exsudato por descongelamento foi considerada como sendo a diferença gravimétrica entre os bifes antes e após o descongelamento por 16 horas a 4°C. Para a perda por cocção, os bifes foram cozidos em banho maria pré-aquecido à 70°C, por 40 minutos. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após o cozimento. As perdas foram expressas em percentagem do peso do bife antes do processo, segundo a fórmula a seguir:

$$\text{Perda (\%)} = \left[ \frac{(\text{Peso antes} - \text{Peso depois})}{\text{Peso antes}} \right] \times 100$$

#### 2.5 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento foi mensurada nas amostras de bifes previamente cozidos e, em seguida, refrigerados por 16 horas à 4°C. Após este período, cinco amostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro TA.XT2i Texture Analyser. Foram tomadas as forças máximas utilizadas para romper as amostras cilíndricas, sendo a média das cinco repetições o valor de força de cisalhamento atribuído à cada amostra.

#### 2.6 Comprimento do sarcômero

O comprimento de sarcômero foi estimado segundo a técnica da difração do laser (Cross et al., 1981). Seis finos filamentos de carne de cada amostra foram retirados com auxílio de uma pinça e colocados separadamente em uma lâmina de vidro com uma gota de solução de sacarose 0,2 M (0,2 M de glicose e 0,1 M de

NaHPO<sub>4</sub> com pH 7) à 4°C sobre cada filamento. As lâminas preparadas com os filamentos foram então colocadas em um suporte no qual o laser (Modelo 05-LHR-021, Melles Griot, Carlsbad, CA, EUA) foi incidido sobre os filamentos. As bandas de difração foram então tomadas 12 cm abaixo do suporte. Foram tomadas seis bandas de difração para cada amostra, sendo o valor médio utilizado na equação descrita por Cross et al. (1981).

### *2.7 Índice de fragmentação miofibrilar*

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi mensurado de acordo com Culler et al. (1978), com modificações descritas por Hopkins et al. (2004). A extração foi conduzida em duplicata, 0,5 g de carne crua foram removidos ao longo da direção das miofibrilas, descartando-se porções com tecido conjuntivo ou adiposo. As amostras foram homogeneizadas em tubo Falcon com 30 ml de solução tampão de IFM a 2°C (100 mM KCl, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl<sub>2</sub> e 1 mM NaN<sub>3</sub>, pH 7,0), 2 vezes por 30 segundos de duração cada, utilizando Ultra-Turrax (T 10 basic, IKA). A mistura foi filtrada através de uma malha de 1 mm<sup>2</sup> em tubos de centrífuga de 50 ml, foi utilizado mais 10 ml de solução tampão de IFM para melhor auxiliar a filtração e para melhor recuperação das miofibrilas. O conteúdo homogeneizado e filtrado foi centrifugado à 1000 giros, 2°C por 10 minutos. Posterior a centrifugação foi descartado o sobrenadante e o pellet foi ressuspensão em 10ml de tampão de IFM. O processo de centrifugação e ressuspensão foi realizado mais duas vezes.

A concentração de proteína da suspensão final foi determinada usando o método do biureto (Gornall et al., 1949), utilizando-se 0,5 ml de amostra e 0,5 ml de solução de biureto. Cada amostra foi diluída utilizando a solução tampão de IFM para atingir um volume final de 4,0 ml. Estas amostras foram submetidas à leitura de absorbância a 540 nm, obtendo-se o valor do IFM pela seguinte equação:

$$\text{IFM} = \text{Absorbância} \times 150$$

## 2.8 Oxidação

Para a determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), amostras de carne foram coletadas e liofilizadas. Uma amostra de aproximadamente 3 g de carne liofilizada e corrigida pelo seu teor de ASA adicionando quantidade suficiente para completar 10 g, foi adicionado 20 ml de solução de Ácido Tricloroacético 10% p/v. As amostras foram homogeneizadas com bastão de vidro, em seguida foram centrifugadas a 4.000g por 30 minutos a 4°C. O sobrenadante foi filtrado com papel filtro quantitativo e armazenado em congelador. Em tubos de ensaio de 10 ml foram pipetados 0,50 ml do filtrado e 0,50 ml de solução Ácido tiobarbitúrico 20 mM. Os tubos de ensaio ficaram em banho-maria a 97°C 20 minutos. Então, foram resfriados em água corrente. Por fim foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 532 nm. O valor de TBARS, expresso em  $10^{-8}$  moles MDA (malonaldeído).

## 2.9 Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do Statistical Analysis System (Versão 9.4, SAS Institute, Inc, 2010). Os dados foram analisados em esquema fatorial 2 x 2 usando o procedimento GLM, considerando os efeitos do tipo de maturação (*wet aged* e *butter beef*), categoria animal e a interação, conforme o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + T_j + (T \times T)_{ij} + E_{ij}$$

Onde  $Y_{ij}$  é a variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $T_i$  = categoria animal,  $t_j$  = tipo de maturação,  $(T \times T)_{ij}$  = a interação da categoria animal e o tipo de maturação,  $E_{ij}$  = erro aleatório.

Todas as análises foram submetidas a análise de variância (ANOVA). Adotando-se o nível de significância de 5% para ocorrência do erro tipo II.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Perdas de exsudatos da carne

Não houve efeito da interação entre o tipo de maturação e a categoria animal ( $P > 0,05$ ), para as características de perdas durante a maturação, descongelamento, cocção da carne e perdas totais (Tabela 1), portanto, os fatores foram analisados de forma independente. Houve diferença nas perdas por maturação entre as categorias animais ( $P = 0.0059$ ), entretanto não houve diferença entre os tipos de maturação ( $P = 0.351$ ). Esperava-se maiores perdas para a maturação BB, pois houve o aparecimento de rachaduras na camada de manteiga durante o processo de maturação, permitindo a perda de exsudato cárneo. Entretanto, esta aparente perda de líquido não foi o suficiente para que houvesse diferença entre as maturações. E esse resultado diferiu dos encontrados por Li et al. (2014), em que as perdas durante maturação de 19 dias foram maiores nas carnes maturadas em sacos altamente permeáveis ao vapor e carnes maturadas à seco em comparação as carnes maturadas à vácuo, confirmado pelo menor teor de água na carne maturada a seco, indicando uma maior taxa de evaporação de água nas maturações a seco.

A perda por descongelamento foi diferente entre categorias animais ( $P < 0,05$ ), sendo que novilhos apresentaram perdas maiores (6,85%) do que as vacas de descarte (5,60%). É possível que esse resultado tenha ocorrido devido a diferença de idade entre as categorias animais utilizados neste estudo e a EGS, pois segundo Muller e Robana (1981) as perdas durante o descongelamento de animais mais velhos são minimizadas quando as carcaças possuem um maior grau de acabamento, visto que as vacas deste trabalho apresentaram  $7,22 \pm 3,09$  cm de EGS e os novilhos  $0,66 \pm 0,57$  cm de EGS, sendo este superior nas vacas em relação aos machos, tal fato pode ter influenciado diretamente na diferença de perdas por descongelamento. Em relação ao tipo de maturação, não houve diferença significativa nas perdas por descongelamento, perdas por cocção e perdas totais ( $P > 0,05$ ).

Tabela 1. Perdas por maturação, descongelamento, cozimento e totais de carne de vacas de descarte e novilhos, submetidas a dois tipos de maturação, *wet aged e butter beef*.

Variáveis	Mat <sup>1</sup>		CA <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	P-valor <sup>4</sup>		
	BB <sup>5</sup>	WA <sup>6</sup>	VD <sup>7</sup>	NOV <sup>8</sup>		Mat	CA	Mat*CA
Pmat <sup>a</sup> (%)	1.26	1.08	0.89	1.45	0.11	0.3515	0.0059	0.1658
Pdesc <sup>b</sup> (%)	6.47	5.98	5.60	6.85	0.31	0.4103	0.0411	0.1889
Pcoz <sup>c</sup> (%)	19.6	20.3	20.0	19.9	0.44	0.4317	0.8802	0.6337
Ptotais <sup>d</sup> (%)	26.1	26.3	25.6	26.7	0.64	0.8582	0.4122	0.7968

<sup>1</sup>Maturações; <sup>2</sup>Categoria Animal; <sup>3</sup>P-valor  $\leq 0.05$ . <sup>4</sup>Erro padrão da média, <sup>5</sup>Butter Beef, <sup>6</sup>Wet Aged, <sup>7</sup>Vaca de Descarte, <sup>8</sup>Novilho.

<sup>a</sup>Perdas por maturação; <sup>b</sup>Perdas por descongelamento; <sup>c</sup>Perdas por cozimento; <sup>d</sup>Perdas totais.

### 3.2 Cor da carne e oxidação

Não houve efeito da interação entre o tipo de maturação e a categoria animal ( $P > 0,05$ ), para as características da cor da carne e oxidação lipídica (Tabela 2), portanto, os fatores foram analisados de forma independente. Embora não tenha havido efeito dos tipos de maturação ( $P > 0,05$ ; Tabela 2) em relação a cor da carne ( $L$ ;  $a^*$ ;  $b^*$ ), esperava-se encontrar diferença entre as características, em que todos os parâmetros seriam maiores para maturação WA em relação a BB, pois em estudos anteriores, no qual uma cor mais escura,  $L^*$  menor, e mais vermelha, era encontrada em carnes maturadas a seco em comparação as maturadas à vácuo, justificada pela perda de umidade, que resulta em uma menor reflexão da luz associada ao menor teor de umidade (DIKEMAN ET AL., 2013; KIM e HUNT, 2011; KIM ET AL., 2016; RIBEIRO ET AL., 2021). No presente estudo a ausência de diferença nos parâmetros de coloração entre maturação pode ser explicada pela não diferenciação entre as perdas por maturação, portanto, a utilização da camada de manteiga na BB diminuiu as perdas de umidade da carne fazendo com que a reflexão da luz não diferenciasse da WA.

Em relação à categoria animal houve diferença ( $P = 0,003$ ) no parâmetro  $L^*$ , sendo maior nos novilhos do que nas vacas de descarte. Isso pode ser atribuído a maior oxidação lipídica (OL) e maior porcentagem de metamioglobina observada em

VD (Tabela 2), pois segundo Ramos e Gomide (2017) um fator intrínseco relacionado na estabilidade da cor da carne é a OL, sendo relacionada a descoloração da carne, em que radicais livres e produtos gerados durante a OL podem intensificar a oxidação de ambas as formas químicas, oximioglobina e deoximioglobina, a metamioglobina formando uma coloração marrom indesejada, conseqüentemente apresentando um  $L^*$  menor. Trabalhando com novilhos de 2,5 anos e vacas de descarte das raças Charolês e Devon, Muller et al. (1984) também verificaram carne de coloração mais escura nas vacas. Segundo Lawrie (1970), Arthaud et al. (1977) e Muller (1987), a coloração da carne é uma das características que tende a acentuar-se com o avanço da idade dos animais, sendo esse um fator importante na comercialização tendo em vista que a carne de coloração mais escura sofre maior rejeição pelos consumidores, mesmo não afetando a palatabilidade ou seu valor organoléptico.

As categorias animais diferiram para OL ( $P = 0.0072$ ), em que VD apresentaram uma maior oxidação (11.34) em comparação aos NOV (8.99). Houve diferença entre as formas químicas da mioglobina, sendo que os NOV apresentaram maiores valores de desoximioglobina que as VD ( $P = 0,0106$ ). A desoximioglobina é a forma reduzida da mioglobina, e ocorre quando não há presença de oxigênio, resultando numa coloração vermelho-púrpura (Mancini e Hunt, 2005). Além disso, houve diferença ( $P = 0,0281$ ) entre os valores médios de metamioglobina, sendo que as VD apresentaram valores maiores do que os NOV. A metamioglobina ocorre na presença de pequena quantidade de oxigênio, ocorrendo a oxidação do pigmento, resultando em uma coloração marrom na carne (Mancini e Hunt, 2005). Os valores de metamioglobina corroboram com os resultados da OL, em que VD apresentaram maiores valores que NOV. Segundo Holman et al. (2018), a mioglobina é oxidada por produtos intermediários da OL, que induzem uma mudança da cor vermelho-cereja brilhante para tons acastanhados, cor característica da metamioglobina. Mesmo afirmando que a OL pode ser retardada através de diferentes estratégias, entre elas a embalagem a vácuo, não houve diferença significativa entre as maturações.

Tabela 2. Parâmetros da cor e oxidação lipídica da carne de vacas de descarte e novilhos, submetidas a dois tipos de maturação, *wet aged* e *butter beef*.

Variável	Mat <sup>1</sup>		CA <sup>2</sup>		EPM <sup>3</sup>	P-valor <sup>4</sup>		
	BB <sup>5</sup>	WA <sup>6</sup>	VD <sup>7</sup>	NOV <sup>8</sup>		Mat	CA	MatxCA
L <sup>*a</sup>	38.4	39.8	37.3	40.9	0.61	0.2327	0.0030	0.9239
a <sup>*b</sup>	11.3	10.7	11.1	10.9	0.29	0.2857	0.7348	0.3339
b <sup>*c</sup>	12.7	13.4	12.6	13.4	0.25	0.1562	0.1049	0.7229
O <sub>2</sub> MB <sup>d</sup>	49.4	43.9	44.7	48.6	2.43	0.2826	0.4467	0.5056
Mb <sup>+e</sup>	4.45	2.35	1.30	8.10	1.81	0.5465	0.0106	0.8816
MMb <sup>f</sup>	46.2	53.7	56.6	43.3	2.99	0.1971	0.0281	0.6235
TBARS <sup>g</sup>	9.86	10.48	11.34	8.99	0.28	0.4249	0.0072	0.1258

<sup>1</sup>Maturações; <sup>2</sup>Categoria Animal; <sup>3</sup>P-valor  $\leq 0.05$ . <sup>4</sup>Erro padrão da média, <sup>5</sup>Butter Beef, <sup>6</sup>Wet Aged, <sup>7</sup>Vaca de Descarte, <sup>8</sup>Novilho.

<sup>a</sup>Luminosidade; <sup>b</sup>Intensidade de vermelho; <sup>c</sup>Intensidade de amarelo; <sup>d</sup>Oximioglobina;

<sup>e</sup>Desoximioglobina; <sup>f</sup>Metamioglobina; <sup>g</sup>Oxidação lipídica.

### 3.3 Maciez da Carne

Não houve efeito da interação entre o tipo de maturação e a categoria animal ( $P > 0,05$ ), para as características da maciez da carne (Tabela 2), portanto, os fatores foram analisados de forma independente. Houve diferença ( $P = 0,0309$ ) na força de cisalhamento entre os tipos de maturação, em que carnes da maturação BB apresentaram menor força de cisalhamento (3,36 kgf) em relação as carnes da maturação WA (3,93 kgf). A menor maciez para BB, pode estar relacionada a maior degradação de proteínas em comparação a maturação embalada a vácuo, resultando na diminuição da força de cisalhamento como relatado no estudo de Hwang et al. (2018) comparando maturações dry-aging e wet-aging. Por outro lado não houve diferença na força de cisalhamento entre categorias animal.

Além disso, o IFM, parâmetro intimamente relacionado a maciez e ao conteúdo de tecido conjuntivo, apresentou diferenças entre maturações ( $P < 0,0001$ ). Assim, o resultado de força de cisalhamento confirmou-se com os resultados de IFM para os diferentes tipos de maturação, pois segundo Culler et al. (1978) o IFM explica mais de 50% da variação na maciez da carne.

O IFM apresentou diferenças significativas ( $P = 0,0212$ ) para categoria animal, cujo valor foi maior para os NOV (54,86) do que as VD (46,30), provavelmente em

decorrência da maior idade das vacas, pois se sabem que a idade do animal ao abate é o fator que mais influência na quantidade e composição química do tecido conjuntivo, esse que é desfavorável a maciez da carne (SENTANDREU et al., 2002). Da mesma forma, relata-se que o grau de fragmentação miofibrilar diminui à medida que se aumenta o número de incisivos permanentes, ou seja, a idade do animal (DUARTE et al., 2011). Além disso, a degradação de proteínas durante o processo de maturação é menor em bovinos mais velhos em oposição àqueles que ainda estão em crescimento, fator atribuído a maior persistência da atividade da calpastatina no músculo de animais mais velhos mesmo no *post mortem* (CRUZEN et al., 2014).

Tabela 3. Médias e erro padrão da média dos parâmetros da maciez de carnes de vacas de descarte e novilhos, submetidos a dois tipos de maturação, *wet aged* e *butter beef*.

Variável	Mat <sup>1</sup>		CA <sup>2</sup>		EPM <sup>4</sup>	P-valor <sup>3</sup>		
	BB <sup>5</sup>	WA <sup>6</sup>	VD <sup>7</sup>	NOV <sup>8</sup>		Mat	CA	MatxCA
CS <sup>a</sup> (µm)	1.33	1.32	1.32	1.34	0.01	0.5427	0.2593	0.6001
FC <sup>b</sup> (kgf)	3.36	3.93	3.83	3.42	0.14	0.0309	0.1315	0.4056
IFM <sup>c</sup>	60.77	39.03	46.3	54.86	2.69	<0.0001	0.0212	0.3735

<sup>1</sup>Maturações; <sup>2</sup>Categoria Animal; <sup>3</sup>P-valor ≤0.05. <sup>4</sup>Erro padrão da média, <sup>5</sup>Butter Beef, <sup>6</sup>Wet Aged, <sup>7</sup>Vaca de Descarte, <sup>8</sup>Novilho.

<sup>a</sup>Comprimento de Sarcômero; <sup>b</sup>Força de Cisalhamento; <sup>c</sup>Índice de Fragmentação Miofibrilar.

Embora na maioria das vezes, a carne de vacas de descarte seja considerada de qualidade inferior e com maior dureza, os resultados do presente estudo mostram um potencial para explorar novas oportunidades de mercado para carne maturada de vacas de descarte.

## CONCLUSÃO

A maturação *butter beef*, em comparação com a maturação *wet aged*, apresentou maior maciez. As perdas durante a maturação e por descongelamento são maiores em novilhos, porém essa diferença não reflete nas perdas totais. Além disso,

a carne de vacas de descarte maturadas são mais escuras e mais oxidadas que a carne de novilhos maturadas, fator que pode influenciar a escolha do consumidor.

## **AGRADECIMENTOS**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## **REFERÊNCIAS**

AHNSTROM, M. L.; SEYFERT, M.; HUNT, M. C.; JOHNSON, D. E.; Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapor. **Meat Science**. 73. 674–679 p. 2006.

ARTHAUD, V. H.; MANDIGO, R. W.; KOCH, R. M. et al. Carcass composition, quality and palatability attributes of bulls and steers feed different energy levels and killed at four ages. **Journal of Animal Science**., 44(1), 53-64 p, 1977.

CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T. R.; Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat Science**, vol. 5, Issue 4, 261-266 p., 1981.

CRUZEN, S. M.; PAULINO, P. V. R.; LONERGAN, S. M.; HUFF-LONERGAN, E. Postmortem proteolysis in three muscles from growing and mature beef cattle. **Meat Science**, vol. 96, 854-861 p. 2014.

CULLER, R. D.; PARRISH, J. R.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, vol.43, Issue 4, 1177-1180 p. 1978.

DASHDORJ, D.; TRIPATHI, V. K.; CHO, S.; KIM, Y.;HWANG, I. Dry aging of beef; Review. **Journal of Animal Science and Technology**, vol. 58. Article number: 20. 2016.

DIKEMAN, M.E.; OBUZ, E.; GOK, V.; AKKAYA, L.; STRODA, S. Effects of dry, vacuum and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef longissimus lumborum steak. **Meat Science**, vol. 94, 228–33 p.2013.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; FONSECA, M. A.; DINIZ, L. L., CAVALI, J.; SERÃO, N. V. L.; GOMIDE, L. A. M.; REIS, S. F.; COX, R. B. Influence of dental carcass maturity on carcass traits and meat quality of Nellore bulls. **Meat Science**, vol. 88, 441-446 p. 2011.

FRANCO, D.; BISPO, E.; GONZÁLEZ, L.; VÁZQUEZ, J. A.; MORENO, T. Effect of finishing and ageing time on quality attributes of loin from the meat of Holstein–Fresian cull cows. **Meat Science**, vol 83, issue 3, 484-491 p. 2009.

GALLI, T.; TEIRA, G.; PERLO, F. BONATO, P.; TISOCCO, O.; MONJE, A.; VITTONI, S. Animal performance and meat quality in cull cows with Early weaned calves in Argentina. **Meat Science**, vol. 79, 551-528 p. 2008.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**, vol.177, 751-766 p. 1949.

HOLMAN, B. W. B.; KERY, J. P.; HOPKINS, D. L. Meat packaging solutions to current industry challenges: A review. **Meat Science**, vol. 144, 159-168 p. 2018.

HOPKINS, D. L.; MARTIN, A. R.; GILMOUR, A. R. The impact of homogenizer type and speed on the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, vol. 67, Issue 4, 705-710 p. 2004.

HWANG, Y. H.; SABIKUN, N.; ISMAIL, I.; JOO, S. T.; Comparison of Meat Quality Characteristics of Wet- and Dry-aging Pork Belly and Shoulder Blade. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, vol. 38, 950-958p. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária. 2020

KIM, Y. H. B.; HUNT, M. C. Advance technology to improve meat color. Control of meat quality. **Research Signpost**, 31-60 p. 2011.

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

KIM, Y.H.B.; MA, D.; SETYABRATA, D.; FAROUK, M.M.; LONERGAN, S.M.; HUFF-LONERGAN, E.; HUNT, M.C. Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to develop novel smart-aging strategies. **Meat Science**, vol. 144, 74-90 p. 2018.

KRZYWICKI, K. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. **Meat Science**, vol. 3, 1-10 p.1979.

LAWRIE, R.A. **Meat science**. Zaragoza: Acribia, 342p. 1970.

LI, X.; BABOL, J.; BREDIE, W. L. P. NIELSEN, B.; TOMANKOVA, J.; LUNDSTROM, K. A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. **Meat Science**, vol. 97, 433-442 p. 2014.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**. Vol. 71, 100-121 p. 2005.

MILLER, M. F.; KERTH, C. R.; WISE, J. W.; LANSDELL, J. L.; STOWELL, J. E.; RAMSEY, C. B. Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness,

and aging time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. **Journal of Animal Science**, vol. 75, 662–667 p. 1997.

MOREIRA, L. C.; ROSA, G. J. M.; SCHAEFER, D. M. Beef production from cull dairy cows: a review from culling to consumption. **Journal of Animal Science**, vol. 99. 2021.

MULLER, L.; ROBAINA, G.P. Qualidade da carne de novilhos de raças britânicas de idade cronológica diferentes. *In*: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18., 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1981. p.391.

MULLER, L.; GRASSI, C.; RESTLE, J. Comparação da qualidade da carcaça proveniente de novilhos e vacas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, Belo Horizonte. **Anais....** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1984. 107 p.

MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**, 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 31p. 1987.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 473p. 2017.

RIBEIRO, F. A.; LAU, S. K.; PFLANZER, S. B.; SUBBIAH, J.; CALKINS, C. R. Color and lipid stability of dry aged beef during retail display. **Meat Science**, vol. 171. 2021.

SENTANDRE, M. A.; COULIS, G.; OUANI, A. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. **Food Science and Technology**, vol.13, 400-421 p. 2002.

TERJUNG, N.; WITTE, F.; HEINZ, V. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging. **Meat Science**, vol. 172. 2021.

WARREN, K. E.; KASTNER, C. L.; A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. **Journal of Muscle Foods**, 151-157 p. 1992.

XIONG, Y. L.; MULLINS, O. E.; STIKA, J. F.; CHEN, J.; BLANCHARD, S. P.; MOODY, W. G. Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cows of various ages. **Meat Science**, vol. 77, Issue 1, 105-113 p. 2007.