

Período de maturação promove alterações dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da carne bovina submetida a vácuo

Maturation period of bovine meat subjected to vacuum modifies physical-chemical and microbiological parameters

Karina Aline Mateus*, Moisés Rodrigues dos Santos, Letícia Ribas Viana, Dayse Mary Camillo & Julcemar Dias Kessler

Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, SC, Brasil. *Autor para correspondência: kazootecnista@gmail.com.

Submissão: 14/07/2017 | Aceite: 13/06/2018

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da maturação a vácuo sobre as mudanças de qualidade dos bifes de bovinos até 9 dias de refrigeração. O músculo *Longissimus dorsi* de 20 bovinos cruzados (Charolês x Angus) foram utilizados na pesquisa. As amostras foram distribuídas em três períodos de maturação a vácuo: T0 = zero (sem vácuo), T3 = 3, T7 = 7 e T9 = 9 dias, com cinco repetições, em cada período avaliado. Durante o período de maturação foi determinado o pH, a coloração (L*, a*, b*), tonalidade, croma, capacidade de retenção de água, perda por cocção e força de cisalhamento das amostras. Verificou-se que o progresso da maturação da carne a vácuo altera ($p < 0,05$) o croma, a tonalidade, e a força de cisalhamento. Os demais parâmetros avaliados não apresentaram modificações significativas durante as avaliações. De acordo com os resultados, pode-se afirmar que o período de maturação até 9 dias influencia na qualidade instrumental da carne bovina, ou seja, um período inferior ao recomendado pela indústria para maturação da carne, que por sua vez, influencia na decisão de compra dos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: carne maturada, *Longissimus dorsi*, maciez e pH da carne.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effects of vacuum maturation on the changes of beef quality up to 9 days of refrigeration. The *Longissimus dorsi* muscle from 20 crossbred (Charolais x Angus) cattle was used in the research. The samples were distributed in three vacuum-ageing periods: T0 = zero (no vacuum), T3 = 3, T7 = 7 and T9 = 9 days, with five replicates for each period evaluated. During the ageing period, pH, color (L*, a*, b*), hue, chroma, water retention capacity, cooking loss and shear force were determined. The progress of vacuum-ageing changed ($p < 0.05$) chroma, hue and shear force. The remaining parameters did not change significantly during evaluations. According to the results, an ageing period up to 9 days influences instrumental beef quality, i.e. it is lower than the recommended by the industry for ageing meat, which influences the consumers' purchase decision.

KEYWORDS: ageing meat, *Longissimus dorsi*, meat tenderness and pH.

As indústrias da carne trabalham diariamente com o desafio de oferecer aos seus clientes um produto de qualidade e com vida de prateleira superior (MILLS et al. 2014). Uma das propostas é o uso da técnica de carne embalada a vácuo, que mantém a carne por alguns dias ou semanas, a fim de preservar principalmente as características físicas e contribuir com a progressão na maciez. Além de contribuir, com a menor contaminação microbiológica. Entretanto, as condições proporcionadas no interior da embalagem a vácuo sobre a qualidade de carne podem influenciar os quesitos de aceitação ou rejeição no momento da aquisição devido aos aspectos visuais (MANCINI & HUNT 2005).

A embalagem a vácuo consiste na baixa permeabilidade de oxigênio entre a embalagem e carne, que reduz a deterioração da carne por bactérias aeróbias (BORCH et al. 1996). Porém, proporciona mudanças físicas na carne que incluem escurecimento do corte e perdas de exsudato no decorrer do processo (HUR et al. 2013), o que torna o desafio das indústrias ainda maior, devido à exigência do consumidor que observa a coloração como seu primeiro quesito para a compra, conforme já revisto por MANCINI & HUNT

(2005).

A maturação da carne em embalagem a vácuo é utilizada em períodos entre 7 e 28 dias, sob refrigeração até 0 °C, entretanto, significativamente onera a maciez da carne (ANDRIGHETTO et al. 2006). Portanto, este trabalho teve como objetivo detectar mudanças na qualidade de carne durante o período de maturação da carne bovina embalada a vácuo e refrigerada a 4 ± 1 °C por até 9 dias.

A fim de determinar a qualidade instrumental da carne maturada a vácuo, foi coletado o músculo *Longissimus dorsi* de 20 meias carcaças de bovinos mestiços (Charolês x Angus), com idade de 24 meses e peso médio de 510 Kg, abatidos na região meio Oeste de Santa Catarina no período de 11 a 21 de maio de 2015, sob Inspeção Estadual conforme as normas e boas práticas de fabricação e bem estar animal. Após o abate, as carcaças foram pesadas e alocadas em câmara fria e 24 horas *post mortem* o músculo *Longissimus dorsi* foi removido, embalados individualmente em sacos plásticos de polipropileno e transportados em caixa térmica (4 °C) até o laboratório para realizar as análises físico-químicas da carne.

As amostras foram embaladas a vácuo em embalagem de *Nylon-poli* com 0,15 mm a uma pressão de 70 mmHg, e mantidas sob refrigeração (4 °C) em quatro tratamentos distintos até o momento das avaliações correspondentes. Foram mantidas cinco amostras por tratamento distribuídas aleatoriamente em quatro períodos de maturação. Os tratamentos consistiam em 24 horas de maturação em embalagem sem vácuo (controle) (T=0), três (T=3), sete (T=7) e nove dias (T=9) de maturação em embalagem a vácuo. As carnes embaladas de todos os tratamentos foram mantidas em temperatura de 4 ± 1 °C.

Em todos os tratamentos foram avaliados o pH e a temperatura interna do músculo com auxílio de um peagâmetro portátil com sonda de perfuração (Testo, Brasil) calibrado em solução de pH 4,0 e 7,0 a 25 °C, conforme a metodologia de CAÑEQUE & SAÑUDO (2005). Um colorímetro portátil (Minolta Chrome Meter, CR 400) foi utilizado para medir a cor objetiva após a exposição da amostra a atmosfera por 30 segundos em ambos os tratamentos. A coloração de superfície baseou-se na média das leituras das coordenadas L, a*, b* do sistema CIElab, mensurada em três diferentes pontos aleatórios da carne. Após a remoção da gordura subcutânea, nervuras e aparas do músculo aplicou-se em duplicata a metodologia adaptada de CAÑEQUE & SAÑUDO (2005) para avaliar a capacidade de retenção de água. A capacidade de retenção de água foi realizada com utilização de 5 gramas da amostra dissecada e disposta entre papéis filtros padrão e comprimidas por 5 minutos e pesadas novamente, calculou-se a porcentagem perdida em relação ao peso inicial. Posteriormente, a amostra foi dividida ao meio e pesada, para a realização da análise de perda por cocção. Após o peso inicial ser anotado, a amostra foi identificada e embalada em folha de alumínio, em seguida foi aquecida até atingir temperatura interna de 72 °C. Após a cocção a amostra foi novamente pesada para saber-se o quanto a mesma perdeu de umidade no processo de cocção, que foi determinada pela seguinte equação:

$$PPC = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / (\text{Peso inicial}) \times 100$$

Após a cocção, as amostras foram cortadas paralelamente às fibras musculares em duas porções medindo 2 cm x 1 cm x 1 cm com o auxílio de um paquímetro, e foram mensuradas a altura e a largura de cada repetição para posteriormente determinar a força de cisalhamento. A força de cisalhamento foi realizada com um texturômetro acoplado ao dispositivo *Warner-Bratzler* na velocidade de ensaio de 10 mm/segundo até que o instrumento tocasse na amostra, após o contato a velocidade de ensaio era reduzida a 5 mm/segundo. O parâmetro medido foi força total dividida pela área total da amostra (Kgf/cm²).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro períodos de maturação da carne: sem vácuo (T=0), três dias (T=3), sete dias (T=7) e nove dias (T=9) de acondicionamento a vácuo, com cinco repetições em cada um dos tratamentos. Os resultados das análises de qualidade instrumental foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Foi avaliado se houve diferença significativa entre os períodos de armazenamento das amostras de cada tratamento.

Para determinar a contaminação microbiológica, foram coletadas 5 gramas do *Longissimus dorsi* de cada tratamento, e após a esterilização prévia da superfície da embalagem com álcool 70%, as sub-amostras coletadas foram trituradas e homogeneizadas em 5 ml de água peptonada 2% e incubados na temperatura de 40 °C por 24 horas em tubos de *Falcon*. Em sequência, foram removidos 2 ml da suspensão e distribuídos uniformemente em ágar *Standard Methods* e novamente incubados por 24 horas a 37 °C, para promover o crescimento das colônias bacterianas. Após o período de incubação, foram realizadas as contagens das colônias de bactérias totais presentes, com auxílio do contador automático. Foram contabilizadas e transformadas em unidades formadoras de colônia (UFC/cm²), através da multiplicação do

número de colônias pelo fator de diluição da suspensão bacteriana.

O período de maturação da carne bovina mantida por nove dias alterou alguns dos parâmetros de qualidade instrumental avaliados neste estudo (Tabela 1). Entretanto foi observado que os valores médios de pH final (Figura 1) e a coloração objetiva das carnes bovinas maturadas deste estudo não apresentaram alterações no período avaliado. Os resultados foram semelhantes aos descritos por ANDRADE et al. (2010) em estudo com bovinos da raça nelore e Red Norte. Portanto, destacamos que a maturação da carne bovina a vácuo por até nove dias modificou os valores ($p < 0,01$) de croma e tonalidade (Tabela 1), o que alterou a intensidade de cor da carne. CALLEJAS-CÁRDENAS et al. (2014) relataram que a profundidade de penetração da luz na superfície de carnes mantidas a vácuo explica a tonalidade mais alta, além do aumento na concentração de oximioglobina no interior da embalagem que envolve a carne. Os mesmos autores destacam que a menor presença e atividade de bactérias que utilizam o oxigênio também contribuem para as mudanças nas medidas objetivas da coloração. Além destes, salientamos que a aparência da carne influencia diretamente na decisão de compra do consumidor.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e microbiológico (valores médios) das carnes bovinas maturadas por T0= 24 horas *post mortem* - controle (sem vácuo), T3 = 3 dias, T7 = 7 dias e T9 = 9 dias à vácuo e mantidas sob refrigeração.

Table 1. Physical-chemical and microbiological parameters (mean values) of bovine meat aged by T0 = 24 hours *post-mortem* - control (without vacuum), T3 = 3 days, T7 = 7 days and T9 = 9 days under vacuum and kept under refrigeration.

Variáveis	T0	T3	T7	T9
L*	37,4	37,2	38,4	40,1
a*	18,7	14,7	13,4	12,3
b*	11,8	7,3	7,9	9,07
C*	22,1 ^a	16,5 ^b	15,6 ^b	15,4 ^b
H*	32,4 ^{ab}	26,2 ^c	30,4 ^{bc}	36,4 ^a
FC (Kgf/cm ²)	5,21 ^a	4,24 ^{ab}	3,40 ^b	3,60 ^b
CRA (%)	79,4	76,5	77,1	78,8
PPC (%)	14,5 ^b	20,8 ^b	21,1 ^b	39,4 ^a
UFC (x 10 ⁴)	2,11	1,35	1,66	1,71

L* = luminosidade; a* = teor de vermelho; b* = teor de amarelo; C* = Croma; H* = Tonalidade; CRA = Capacidade de retenção de água; PPC = Perda por cocção; FC = Força de cisalhamento; UFC = Unidade formadora de colônia. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P * significância < 0,05).

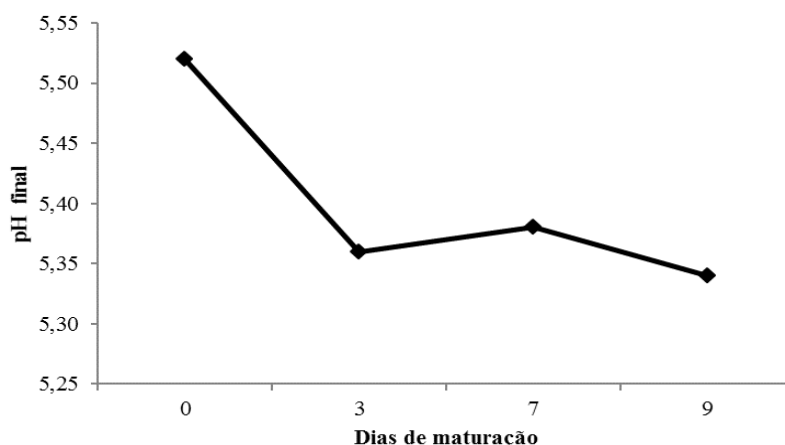


Figura 1. Comportamento do pH final do músculo *Longissimus dorsi* submetido à maturação a vácuo por 24 h, 3, 7 e 9 dias *post mortem*.

Figure 1. Behavior of final pH from *Longissimus dorsi* muscle subjected to vacuum ageing for 24 h, 3, 7 and 9 *post mortem* days.

Para a capacidade de retenção de água não foram encontradas diferenças significativas ao longo dos nove dias de maturação a vácuo. Porém, em contrapartida foi constatado maior perda por cocção no 9º dia ($p = 0,01$) de maturação a vácuo. Este resultado pode estar relacionado ao processo de degradação proteolítica promovida pelo complexo enzimático envolvido no período de maturação. Além da capacidade

de enovelamento do colágeno quando submetido à cocção acima de 60 °C. ZIELBAUER et al. (2016) relataram que as perdas durante a cocção podem iniciar em temperatura de 40 °C.

A média para força de cisalhamento mensurada da carne maturada a vácuo diferiu ($p=0,0001$) apenas no 1º dia de avaliação (Tabela 1), onde houve uma resistência maior ao corte, ou seja, menor maciez. A partir do 3º dia de avaliação da qualidade instrumental da carne, foi observado que a força de cisalhamento reduzia à medida que a maturação da carne progredia. A maciez da carne bovina depende de fatores como espécie, idade, região muscular, todo o período de estresse que antecede o abate (LI et al. 2014), além da dependência direta do pH final, que por sua vez influencia em todos os aspectos qualitativos da carne (JELENÍKOVÁ et al. 2008). A taxa de maturação da carne é variável ao longo do abaixamento do pH de acordo com CONTRERAS-CASTILLO et al. (2016), o que pode explicar parcialmente os resultados encontrados. De acordo com FRYLINCK et al. (2009), este comportamento é atribuído à ação das enzimas proteolíticas sobre a estrutura muscular, principalmente a hidrólise da linha Z durante o processo de maturação. ALVES et al. (2005) definiram como carne bovina com maciez aceitável aquelas que apresentam força de cisalhamento inferiores a 4,5 kgf/cm².

A contagem bacteriana total foi mais expressiva no primeiro dia de tratamento, e reduziu à medida que progredia a maturação da carne a vácuo. Os resultados foram $2,11 \times 10^4$ (T0), $1,35 \times 10^4$ (T3), $1,66 \times 10^4$ (T7) e $1,71 \times 10^4$ (T9), respectivamente, o que sugere que a ausência de oxigênio no interior da embalagem durante a maturação inibiu o crescimento de algumas bactérias aeróbicas. BOSCO et al. (2016) citam que a contagem de bactéria total para carne é um indicativo importante no quesito qualidade higiênico sanitária dos alimentos. De acordo com MILLS et al. (2014), as bactérias mesófilas são incapazes de se proliferar em condições de vácuo e refrigeração. As maiores contagens bacterianas no primeiro dia de tratamento podem estar relacionadas a contaminação cruzada durante o processamento da amostra.

A maturação da carne bovina submetida à embalagem a vácuo e refrigerada (4 ± 1 °C) por nove dias proporciona mudanças na qualidade de carne. Com a progressão da maturação da carne no período avaliado, foi possível detectar alterações nos aspectos físico-químico da carne, principalmente a tonalidade, cor, perda por cocção e força de cisalhamento. Estas informações podem nortear o setor da carne para o desenvolvimento de embalagens adequadas, que preservem a qualidade da carne disponibilizada aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ALVES DD et al. 2005. Maciez da Carne Bovina. *Ciência Animal Brasileira* 6: 135-149.
- ANDRADE PL et al. 2010. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 1791-1800.
- ANDRIGHETTO C et al. 2006. Maturação da carne bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria* 7: 1-6.
- BORCH E et al. 1996. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 33:103-120.
- BOSCO DMS et al. 2016. Qualidade da carne bovina maturada e tenderizada comercializada na região de Dracena, SP. *Boletim de Indústria Animal* 73: 304-309.
- CALLEJAS-CÁRDENAS AR et al. 2014. Effect of vacuum ageing on quality changes of lamb steaks from early fattening lambs during aerobic display. *Meat Science* 98: 646-651.
- CONTRERAS-CASTILLO CJ et al. 2016. The effect of electrical stimulation on post mortem myofibrillar protein degradation and small heat shock protein kinetics in bullbeef. *Meat Science* 113: 65-72.
- CAÑEQUE V & SAÑUDO C 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) em los ruminantes. 3.ed. Madrid: INIA. 445p.
- FRYLINCK L et al. 2009. Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. *Meat Science* 83: 657-665.
- HUR SJ et al. 2013. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of low grade beef during cold storage. *Asian Australasian Journal Animal Science* 26: 1781-1789.
- JELENÍKOVÁ J et al. 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science* 80: 870-874.
- LI P et al. 2014. Effect of ultimate pH on postmortem myofibrillar protein degradation and meat quality characteristics of chinese yellow crossbreed cattle. *The scientific world journal*. Article ID 174253.
- MANCINI RA & HUNT MC 2005. Current research in meat color. *Meat Science* 71: 100-121.
- MILLS J et al. 2014. Factors affecting microbial spoilage and shelf-life of chilled vacuum-packed lamb transported to distant markets: A review. *Meat Science* 98: 71-80.
- ZIELBAUER BI et al. 2016. Physical aspects of meat cooking: time dependent thermal protein denaturation and water loss. *Food Biophysics* 11: 34-42.