

## **CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA MATURADA PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS THORACIS***

RONAN PEIXOTO GONTIJO\*  
LEANDRO VÍTOR DE FIGUEIREDO\*  
MARIANA ALMEIDA DUMONT\*\*  
TALITA ANDRADE FERREIRA\*\*  
PAULO GUSTAVO MACEDO DE ALMEIDA MARTINS\*\*\*  
CLEUBE ANDRADE BOARI\*\*\*\*

---

Objetivou-se avaliar os efeitos das técnicas de maturação a vácuo e a seco nas características de qualidade da carne bovina proveniente do músculo dianteiro *semispinales thoracis* de animais Nelore. Foram processados 40 cortes, com peso após toailete de aproximadamente 2000g. Foram avaliados rendimentos, força de cisalhamento, cor (L a\* b\* C e H°), capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, pH, coliformes totais e termotolerantes, teores de proteína, gordura, massa seca e resíduo mineral fixo. Não foram verificadas diferenças ( $P>0,05$ ) para a força de cisalhamento, perda de peso por cocção, pH, parâmetros microbiológicos e bromatológicos, com o decorrer dos 28 dias de maturação, para ambas as técnicas. Na carne maturada à vácuo foram observados ( $P<0,05$ ) aumento no croma e diminuição na capacidade de retenção de água. A carne maturada a vácuo apresentou os maiores rendimentos totais ( $P<0,05$ ). A carne maturada a seco apresentou maior capacidade de retenção de água e menor perda de peso por cocção, em comparação à carne maturada a vácuo. A maturação a seco por 21 dias proporcionou estabilidade da cor sem alterações nos parâmetros físico-químicos e redução na força de cisalhamento da carne. A maturação a vácuo por 28 dias proporcionou redução da força de cisalhamento da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis*.

**PALAVRAS-CHAVE:** ACÉM BOVINO, CROMA, FORÇA DE CISALHAMENTO, MATURAÇÃO A VÁCUO, MATURAÇÃO À SECO.

---

## 1 INTRODUÇÃO

A maturação da carne é rotineiramente realizada, em âmbito comercial, com fins de se aprimorar as características sensoriais do corte, especialmente a sua maciez, sabor, aroma e suculência (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006; PARRISH *et al.*, 1991). Atualmente há duas técnicas de maturação, sendo uma realizada com embalagem do corte a vácuo (*wet-ageing*) e outra a seco e sem embalagem, denominada por *dry-ageing* (CAMPBELL *et al.*, 2001).

A técnica a vácuo requer refrigeração do corte embalado em películas, as quais reduzem os riscos de contaminação cruzada durante a maturação, facilitam o manuseio do produto e contribuem para melhor qualidade microbiológica, pois proporcionam ambiente microaerófilo, desfavorecendo a multiplicação da microbiota aeróbica deterioradora (CAMPBELL *et al.*, 2001). Ao contrário disto, na técnica a seco, a carne não é embalada, sendo diretamente exposta às condições ambientais da câmara de maturação. Portanto, deve haver controle da umidade relativa do ar e da temperatura da câmara, para se garantir a qualidade e segurança do produto e, também, o desenvolvimento de sabor, aroma e textura característicos (LI *et al.*, 2013; PARRISH *et al.*, 1991; WARREN e KASTNER., 1992).

Vários autores observaram diferenças entre as duas técnicas nos quesitos de qualidade da carne utilizando cortes provenientes de músculos do dorso e do traseiro da carcaça (CAMPBELL *et al.*, 2001; LEPPER-BLILIE *et al.*, 2016; OBUZ *et al.*, 2013; SMITH *et al.*, 2008). Contudo, embora haja muitos artigos na literatura especializada provenientes de pesquisas com a maturação de carnes, a grande maioria relatou a aplicação da técnica de maturação a vácuo e a utilização de carne proveniente de músculos das regiões dorsal (*longissimus*) e traseira da carcaça bovina. Em pesquisa às bases de artigos indexados, não foram encontrados trabalhos com a maturação de músculos da região dianteira da carcaça bovina. É importante estudar o efeito da maturação também dos cortes proeminentes do dianteiro, já que há particularidades quanto à fisiologia e metabolismo dos miócitos dos músculos desta região.

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar a influencia da maturação nas características de qualidade da carne bovina proveniente do músculo *semispinalis thoracis* pelas técnicas a vácuo e a seco, assim como comparar as características da carne maturada entre as diferentes técnicas de maturação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se corte cárneo originário do músculo do dianteiro bovino *semispinalis thoracis*, comercialmente denominado como acém bovino (EUA: *Chuck roll*). A carne foi obtida a partir de desossa do dianteiro de 20 carcaças de bovinos da raça Nelore machos imunocastrados (castração química 70 dias antes do abate com Bopriva®), abatidos em frigorífico comercial localizado em Campina Verde, Minas Gerais, inspecionados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil, sendo suas atividades realizadas em conformidade com a legislação sanitária e de abate humanitário vigentes.

Os bovinos foram integralmente criados em pasto *Brachiaria* spp., sendo encaminhados ao abate com idade média de 24 meses e com peso vivo após jejum de, aproximadamente, 522 kg. Após jejum alimentar com duração de 24 horas, os animais foram mecanicamente insensibilizados, com pistola pneumática, e abatidos por sangria. As carcaças quentes obtidas foram resfriadas por 24 horas em temperatura de 0°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), por 24 horas. Após este período de resfriamento, as carcaças foram desossadas, momento no qual foram obtidos os cortes cárneos com peso de, aproximadamente, 2000 g. Estes cortes foram embalados em películas de polietileno, a vácuo, e imediatamente transportados em caixas isotérmicas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) para o local de realização desta

pesquisa. Uma vez recepcionados, os cortes foram imediatamente desembalados, sendo nestes realizado toailete para a remoção de tecidos conjuntivos e adiposos excessivos e também para proporcionar às peças formato mais próximo possível de um paralelepípedo. Após este preparo, os cortes foram pesados, identificados e aspergidos com solução aquosa de ácido acético glacial 2% (v/v) (SILVA *et al.* 2001). Posteriormente, metade das peças foi aleatoriamente destinada à maturação a vácuo, e a outra metade aleatoriamente destinada à maturação a seco.

Esta pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial ( $2 \times 5 \times 4$ ), sendo duas técnicas de maturação (a vácuo e a seco), com cinco tempos de maturação (0, 7, 14, 21 e 28 dias), com quatro repetições.

A maturação foi realizada em câmara frigorífica ( $3 \times 2 \times 2$  metros), em temperatura de 3°C (KIM *et al.*, 2016) e com umidade relativa do ar de 69% ( $\pm 4,5\%$ ). Temperatura e umidade relativa do ar foram diariamente monitoradas durante o período experimental.

Para a maturação a vácuo, os cortes cárneos foram embalados a vácuo em películas de polietileno e dispostas em estantes de aço inoxidável, dentro da câmara fria, durante os tempos mencionados. Uma vez por dia, as peças foram viradas e, uma vez por semana, foram redistribuídas nas estantes para se minimizar o efeito ambiente no interior da câmara sobre o processo de maturação.

Para a maturação a seco, os cortes cárneos permaneceram sobre grades de aço inoxidável AISI 304, alocadas sobre bandejas de polietileno. Estes conjuntos (corte cárneo, grade e bandeja) foram mantidos em estantes de aço posicionados perpendicularmente à saída de ar resfriado da câmara fria. A metodologia utilizada foi adaptada de Kim *et al.* (2016). Uma vez ao dia foi aspergida solução de ácido acético 2% (v/v) na superfície das carnes. Não foi utilizado controle de umidade na câmara.

O pH dos cortes foi mensurado com pHmetro marca MS Tecnopon, modelo mPA-210 e combinado com o eletrodo de pH tipo espada, marca Analion modelo V627C e devidamente calibrado com os solução tampão de pH 4 e 7 a 25°C.

Análises colorimétricas foram realizadas utilizando-se colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão), empregando iluminante D65 e geometria 45/0. Os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Luminosidade ( $L^*$ ), componente vermelho ( $a^*$ ) e componente amarelo ( $b^*$ ) foram diretamente mensurados no centro geométrico das amostras, com 30 minutos de exposição ao ar atmosférico, sendo a peça oxigenada nas partes cortadas e analisadas. Calculou-se o croma (C) pela equação:  $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , sendo  $a^*$  o componente vermelho e  $b^*$  o componente amarelo, admitindo-se que quanto maior o croma, mais intensa a cor ou maior a saturação (KONICA MINOLTA SENSING, 2007; AMSA, 2012). O matiz, ou tonalidade cromática, foi calculado pela equação do ângulo Hue ( $H^\circ$ ):  $H^\circ = \arctan b^*/a^*$ , sendo  $a^*$  o componente vermelho e  $b^*$  o componente amarelo. Os dados foram interpretados no quadrante angular no qual:  $H^\circ = 0$  representa o vermelho puro;  $H^\circ = 90$  representa o amarelo puro;  $H^\circ = 180$  representa o verde puro; e  $H^\circ = 270$  representa o azul puro (KONICA MINOLTA SENSING, 2007; AMSA, 2012).

Determinou-se a capacidade de retenção de água (CRA%) em frações de 0,5 g dos cortes cárneos maturados. Esta fração foi disposta entre duas folhas de papel filtro, e estas, entre duas placas de vidro (12x12x1cm), sendo sobre elas aplicado peso de 10 kg por cinco minutos (YANCEY & APPLE, 2011). A capacidade de retenção de água foi calculada pela relação do peso final e inicial das amostras, sendo o resultado expresso em percentual.

Para se determinar a perda de peso por cocção, frações com aproximadamente 100 g foram embaladas em folha metalizada com a face de maior brilho voltada para o interior e, depois, dispostas em chapa de aquecimento de dupla face tipo grill pré-aquecido a 180°C. Os bifes foram assados até que fosse atingida a temperatura interna de 72°C, sendo, em seguida, retirados do grill. Após este processo, as amostras foram desembaladas das folhas metalizadas e resfriadas em condições ambientes. A temperatura interna da peça foi monitorada com termômetro digital, marca Minipa, modelo MV-370. Após este procedimento, a amostra foi pesada novamente, e o seu valor

foi expresso em porcentagem e calculado na seguinte fórmula: **PPC (%) = [ 1 – (peso final/peso inicial)] x 100**.

A força de cisalhamento foi determinada por texturômetro (modelo TA.XT2 plus®, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, Reino Unido) acoplado com lâmina de cisalhamento retangular padrão Warner-Bratzler com espessura de 1,016 mm e com lâmina de 3,05 mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos empregando-se o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems. Para o procedimento foram utilizadas as amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, previamente resfriadas a 4°C, por 24 horas. Destas amostras foram obtidas sub-amostras em forma de paralelepípedos 1 x 2 x 4 cm (altura, largura e comprimento, respectivamente), dispostas no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina. Os resultados foram expressos em Newton (AMSA, 2012).

Para se determinar o rendimento das técnicas de maturação, os cortes cárneos foram pesados no dia inicial do processamento e a cada tempo utilizado para a maturação. Antes de cada pesagem, os cortes foram secos com papel toalha. O rendimento foi calculado pela relação entre o peso inicial e o peso em cada tempo de maturação: Rendimento de maturação% = (Peso inicial – Peso final)/Peso inicial. Os resultados foram expressos em percentual de rendimento.

Para se determinar o rendimento de fração comestível da maturação a seco, obteve-se o peso total da peça, em cada tempo de maturação, e o peso remanescente de cada peça após a remoção da crosta, ou casca: **Rendimento fração comestível = (Peso inicial – Peso final)/Peso inicial**. O resultado foi expresso em percentual.

Teores de umidade, resíduo mineral fixo, proteína e gordura foram quantificados conforme os protocolos da AOAC (1995).

Foram realizadas análises microbiológicas para determinação do número mais provável de coliformes totais (35°C) e de coliformes termotolerantes (45°C) na superfície dos cortes. Para tal, foram utilizados moldes estéreis e *swabs* para realização de esfregaço de superfície em área total de 30 cm<sup>2</sup> na superfície da carne. Diluições seriadas foram realizadas em solução salina 0,85% (p/v). Para a enumeração de coliformes totais (35°C), alíquotas de 1,0 mL de diluições apropriadas foram inoculadas em tubos contendo caldo de lauril sulfato triptose (Merck, São Paulo, Brasil), incubados em estufa microbiológica a 35°C por 24 a 48 horas. Após leitura, dos tubos com reação positiva foram repicadas alíquotas de, aproximadamente, 0,1 mL para tubos contendo Caldo EC (Merck, São Paulo, Brasil), incubados em banho-maria a 45°C por 24 a 48 horas. Os resultados para coliformes totais (35°C) e para coliformes termotolerantes (45°C) foram expressos em Número Mais Provável por centímetro quadrado (NMP.cm<sup>-2</sup>) (SILVA et al., 1997).

Para se verificar o efeito do tempo de maturação em cada uma das técnicas de maturação, foi utilizada ANOVA para verificar efeito significativo da interação entre os fatores e, para os efeitos significativos, utilizou-se o desdobramento através da análise de regressão pelo programa *Statistical Analysis System* (SAS Institute). Para se comparar as técnicas de maturação entre si (a vácuo e a seco), em cada tempo, aplicou-se o teste de Tukey, com 5% de probabilidade, utilizando-se o programa *Statistical Analysis System* (SAS Institute).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os efeitos de tempo, tratamento e interação entre tempo e tratamento para os parâmetros de qualidade, microbiológicos e bromatológicos. Foi observado efeito significativo do tratamento nos parâmetros de b\* ( $P = 0,0009$ ), matiz ( $P = 0,0002$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,0001$ ), rendimento total e resíduo mineral fixo ( $P = 0,0045$ ). O tempo foi significativo para os parâmetros de b\* ( $P = 0,0435$ ), matiz ( $P = 0,0050$ ), perda de peso por cocção ( $P = 0,0150$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,0020$ ), Coliformes 35 e 45°C ( $P = 0,0001$  e  $P = 0,0003$  respectivamente) e rendimento total ( $P = 0,0001$ ). Houve efeito de interação para os parâmetros de a\* ( $P = 0,0037$ ), croma ( $P = 0,0034$ ), perda de peso por cocção ( $P = 0,0277$ ), capacidade de retenção

de água ( $P = 0,0002$ ), coliforme 45°C ( $P = 0,0180$ ) e rendimento total ( $P = 0,0001$ ). Os parâmetros  $a^*$ , coliforme 45°C e perda de peso por cocção não apresentaram significância após a aplicação do desdobramento da interação pela regressão.

**TABELA 1: EFEITO DAS INTERAÇÕES DE TRATAMENTO E TEMPO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS, BROMATOLÓGICOS E DE RENDIMENTO DA CARNE MATURADA PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS THORACIS*.**

	Média	P- valor Tratamento	P- valor Tempo	P- valor Interação
$a^*$	16,04	0,3376	0,0600	0,0037
$b^*$	5,47	0,0009	0,0435	0,1485
L	37,72	0,0069	0,2882	0,7885
Croma	17,05	0,9573	0,1288	0,0034
Matiz	18,82	0,0002	0,0050	0,2452
pH	5,44	0,6372	0,1780	0,2809
PPC	69,80	0,0095	0,0150	0,0277
CRA	65,59	0,0001	0,0020	0,0002
FC	8,35	0,0124	0,1195	0,6661
Coli 35°C	4,17 Log	0,2732	0,0001	0,9271
Coli 45°C	3,11 Log	0,0688	0,0003	0,0180
Rend. Total	80,95	0,0001	0,0001	0,0001
Umidade	30,95	0,3154	0,9622	0,7447
Gordura	2,58	0,6944	0,2999	0,5702
RMF	1,28	0,0045	0,3925	0,9664
Proteína	26,59	0,5168	0,5620	0,3566

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RMF: resíduo mineral fixo, Coli 35°C/45°C: coliformes, Rend. Total: rendimento total.

Nas tabelas 2 e 3, são apresentadas as médias das características de qualidade da carne proveniente do músculo bovino *semispinalis thoracis* maturado pelas técnicas a vácuo e a seco. Não foi observado ( $P > 0,05$ ) efeito do tempo de maturação da carne, pela técnica a seco, na luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), croma, matiz ( $H^\circ$ ), pH, força de cisalhamento, perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água. Para a carne maturada pela técnica a vácuo, não foi observado ( $P > 0,05$ ) efeito do tempo de maturação na luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), matiz ( $H^\circ$ ), pH, força de cisalhamento e perda de peso por cocção. Entretanto, para esta técnica de maturação, foram observados ( $P < 0,05$ ) efeitos de interação no croma e na capacidade de retenção de água (Figura 1). Foi observada menor capacidade de retenção de água no tempo em 14 dias. Observou-se maior e menor valores para croma aos 14 dias e 7 dias, respectivamente.

Nas tabelas 2 e 3 e na figura 1, são apresentados os rendimento da maturação, para as técnicas a seco e a vácuo, o rendimento da fração comestível de carne maturada pela técnica de maturação a seco. Para maturação a seco, foi observado ( $P < 0,05$ ) no tempo de 28 dias o menor rendimento de fração comestível e o menor rendimento total.

As equações obtidas pela análise de regressão para os parâmetros que apresentaram interação entre tempo e tratamento podem ser observadas na figura 1.

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados da enumeração de coliformes totais (35°C) e coliformes termotolerantes (45°C) na superfície dos cortes maturados e os resultados observados dos parâmetros bromatológicos. Não foram observadas ( $P > 0,05$ ) variações significativas nas densidades destes grupos microbianos. Não foram observadas ( $P > 0,05$ ) variações nos teores

dos parâmetros bromatológicos com o passar do tempo de maturação.

**TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE, RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO BOVINO *SEMISPINALIS THORACIS* MATURADO PELA TÉCNICA DE MATURAÇÃO A SECO.**

	Tempo (dias)					DV±
	0	7	14	21	28	
L*	35,82	38,62	37,52	34,99	34,06	3,26
a*	18,12	15,36	15,57	16,06	16,58	1,95
b*	4,96	6,65	4,83	3,26	2,8	2,13
Matiz	15,26	23,97	17,08	11,06	8,83	7,48
Croma	18,8	16,79	16,34	16,37	16,99	1,97
pH	5,5	5,37	5,39	5,43	5,56	0,13
FC (N)	86,8	68,5	83,9	77,2	61,1	1,42
PPC (%)	29,38	32,72	29,62	18,5	28,13	7,69
CRA (%)	69,82	69,18	66,79	76,59	69,01	5,56
RFC (%)	100	83,27	59,85	66,27	60,36	16,52
Rend. Total (%)	100	73,13	49,14	50,01	42,13	22,75
Coli. 35°C (Log)	4,36	4,46	2	2	4,01	16513,91
Coli. 45°C (Log)	2,69	3,97	2	2,13	2	4787,30
Umidade (g/100g)	74,49	69,98	69,08	65,57	67,46	4,59
RMF (g/100g)	1,36	1,35	1,28	1,41	1,50	0,16
Gordura (g/100g)	0,53	1,78	1,22	4,65	3,91	3,16
Proteína (g/100g)	25,25	29,62	28,28	25,02	26,30	3,26

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RFC: rendimento da fração comestível, RMF: resíduo mineral fixo.

**TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE, RENDIMENTO, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO BOVINO *SEMISPINALIS THORACIS* MATURADO PELA TÉCNICA DE MATURAÇÃO A VÁCUO.**

	Tempo (dias)					DV±
	0	7	14	21	28	
L*	40,12	40,15	38,89	40	37	3,27
a*	13,66	13,38	18,92	17,38	15,37	2,81
b*	6	6,39	7,09	7,38	5	1,57
Matiz	25	25,37	20,33	23,32	17,95	5,31
Croma	15,12	14,64	20,24	18,97	16,17	2,90
pH	5,6	5,47	5,34	5,41	5,34	0,17
FC (N)	91,9	100	113,6	82,8	79,8	2,41
PPC (%)	27,95	34,4	28,84	31,43	40,96	6,36
CRA (%)	72,06	62,5	54,37	54,91	60,72	7,42
Rend. Total (%)	100	99,12	99,15	98,75	98,07	0,65
Coli. 35°C (Log)	4,46	4,55	2	2	4,25	18387,96
Coli. 45°C (Log)	2,66	3,27	2	2,11	2	1530,05
Umidade (g/100g)	69,77	69,55	69,91	72,70	68,21	6,45
RMF (g/100g)	1,22	1,12	1,06	1,25	1,22	0,23
Gordura (g/100g)	2,37	2,5	2,91	3,34	2,58	1,86
Proteína (g/100g)	26,52	25,60	26,73	26,32	26,23	2,58

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RMF: resíduo mineral fixo.

Nas tabelas 4 e 5 são apresentadas as comparações entre as médias das características de qualidade observadas, composição centesimal, rendimentos e aspectos microbiológicos na carne maturada pela técnica a vácuo e a seco durante todo o processo de maturação.

Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os métodos de maturação para os parâmetros de luminosidade (L\*), pH, força de cisalhamento, umidade, resíduo mineral fixo, gordura e coliformes (35°C e 45°C) durante os 28 dias de maturação.

A intensidade de vermelho foi superior para a técnica de maturação a seco no dia zero (18,12) e, no dia 14, superior na técnica a vácuo (18,92). A intensidade de amarelo foi superior no dia 21 para a técnica a vácuo (7,38). O croma apresentou o mesmo comportamento observado na intensidade de vermelho, sendo os maiores valores observados nos dias 0 e 14 para as técnicas a seco (18,80) e a vácuo (20,24).

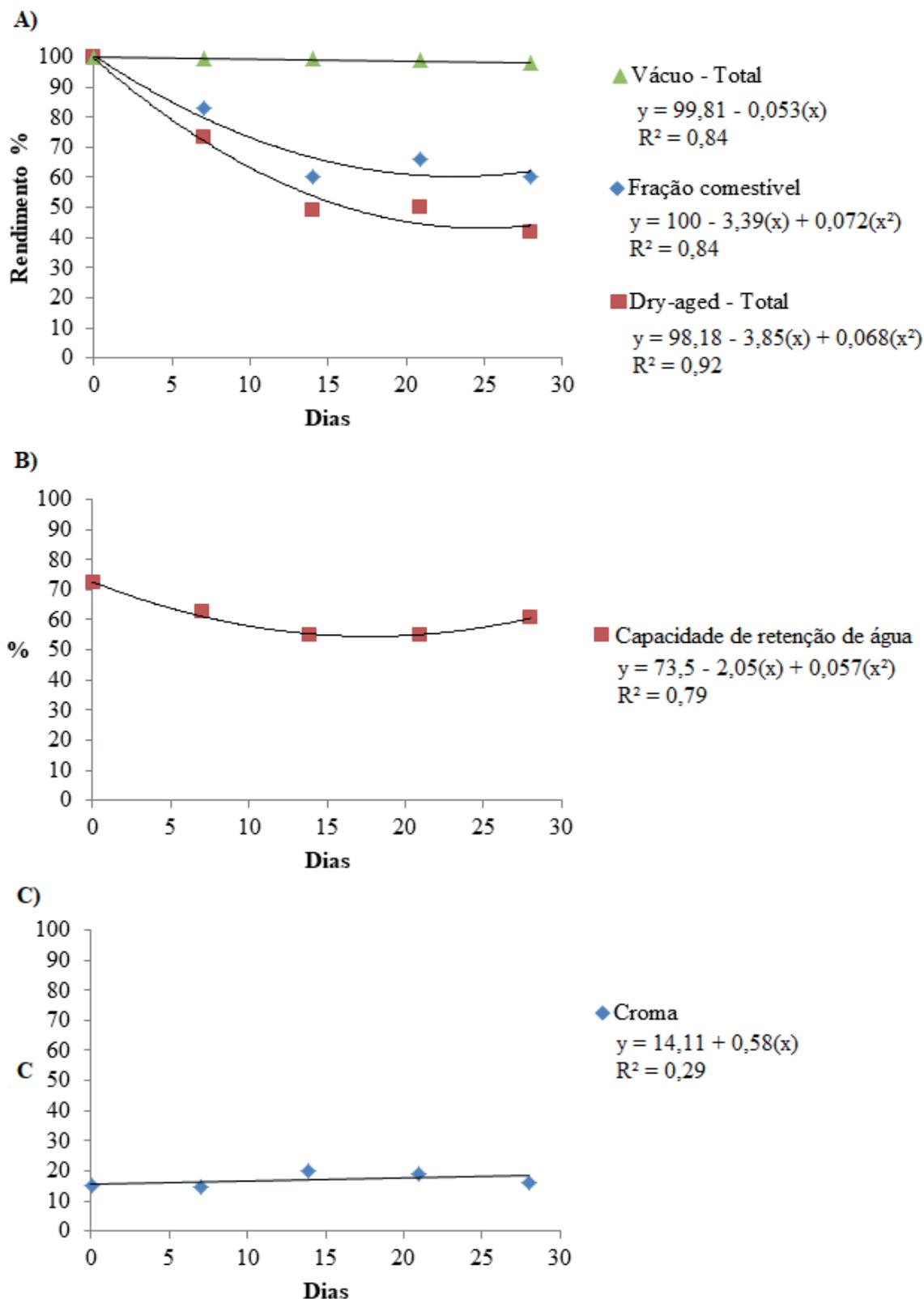
A técnica de maturação a vácuo apresentou valores superiores de matiz nos dias 0 e 21 (25,00 e 23,33 respectivamente), nos demais dias, não foram observadas diferenças entre as técnicas de maturação. Os parâmetros de perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água foram superiores para a técnica de maturação a seco. Os dias 21 e 28 apresentaram as menores perdas (81,45% e 71,87% respectivamente). Para a CRA, os dias 14, 21 e 28 apresentaram os maiores valores observados (66,79; 76,59 e 69,01% respectivamente). O rendimento total foi

superior para a técnica a vácuo para os dias 7, 14, 21 e 28, variando entre 99,12 (dia 7) até 98,07 (dia 28). A proteína foi a única variação observada entre os parâmetros bromatológicos. No dia 7, a técnica a vácuo apresentou os maiores teores de proteína, com valores em média de 29,62%.

Os valores de pH, não influenciados pelo tempo ou pela técnica de maturação, estiveram compreendidos dentro do intervalo de 5,4 e 5,7, desejável para a carne bovina (COOMBES *et al.*, 2014; DEVINE *et al.*, 1993; THOMPSON, 2002).

Os rendimentos de fração comestível (maturação a seco) e totais (maturação a seco e a vácuo) foram influenciados pelo tempo de maturação. Para a carne maturada pela técnica a seco, o rendimento de fração comestível apresentou equação quadrática para o tempo de maturação ( $y = 0,072x^2 - 3,39x + 100$ ), obtendo o menor valor para o dia 14 (59,85%). Para o rendimento total, nos dias 7, 14, 21 e 28, os cortes cárneos maturados pela técnica a seco apresentaram o menor rendimento. Li *et al.* (2014) e Smith *et al.* (2014) observaram que carnes maturadas pela técnica a seco apresentem maiores perdas devido à dessecação do corte cárneo e à formação da camada ressecada (“casca”), a qual, por não ser palatável, deve ser extraída. Na carne maturada pela técnica a vácuo, observou-se redução linear do rendimento total ( $y = 99,81 - 0,053x$ ), sendo menores médias observadas no tempo 28 dias de maturação.

**FIGURA 1 – COMPORTAMENTO DO RENDIMENTO TOTAL, RENDIMENTO DA FRAÇÃO COMESTÍVEL (TÉCNICA A SECO/DRY-AGED), CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (VÁCUO) E CROMA (VÁCUO) DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO BOVINO SEMISPINALIS THORACIS MATURADO PELAS TÉCNICAS DE MATURAÇÃO A SECO E VÁCUO.**



**TABELA 4: COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE MATURAÇÃO PARA OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO SEMISPINALIS THORACIS DURANTE TODO O TEMPO DE MATURAÇÃO.**

	L	a*	b*	C	H°	pH	PPC (%)	CRA (%)	FC (N)	Rendi. Total (%)
0 Dias										
Seco	35,82	18,12 <sup>A</sup>	4,32	18,80 <sup>A</sup>	15,26 <sup>B</sup>	5,50	70,62	69,77	86,8	100
Vácuo	40,12	13,66 <sup>B</sup>	4,96	15,12 <sup>B</sup>	25,00 <sup>A</sup>	5,60	72,05	72,06	91,9	100
DV±	3,66	2,71	1,34	2,29	7,01	0,16	2,27	2,84	9,4	0
7 Dias										
Seco	38,62	15,36	6,65	16,79	23,97	5,40	67,28	69,18	68,5	73,13 <sup>B</sup>
Vácuo	40,15	13,38	6,39	14,65	25,37	5,47	65,60	62,50	96,9	99,12 <sup>A</sup>
DV±	3,03	2,40	1,20	2,48	5,01	0,09	4,35	5,42	23,5	14,63
14 Dias										
Seco	37,52	15,57 <sup>B</sup>	4,83	16,34 <sup>B</sup>	17,08	5,39	70,38	66,79 <sup>A</sup>	83,9	49,14 <sup>B</sup>
Vácuo	38,90	18,92 <sup>A</sup>	7,09	20,24 <sup>A</sup>	20,34	5,34	71,16	54,37 <sup>B</sup>	113,6	99,15 <sup>A</sup>
DV±	2,56	2,10	2,03	2,53	4,65	0,08	8,26	7,89	30,6	27,45
21 Dias										
Seco	34,99	16,06	3,26 <sup>B</sup>	16,42	11,06 <sup>B</sup>	5,43	81,45 <sup>A</sup>	76,59 <sup>A</sup>	77,2	50,01 <sup>B</sup>
Vácuo	36,64	17,38	7,38 <sup>A</sup>	18,97	23,33 <sup>A</sup>	5,41	68,57 <sup>B</sup>	54,91 <sup>B</sup>	82,8	98,75 <sup>A</sup>
DV±	3,67	2,13	2,56	2,31	8,14	0,10	9,23	13,22	18,8	26,86
28 Dias										
Seco	34,0	16,58	2,8	16,99	8,83	5,56	71,87 <sup>A</sup>	69,01 <sup>A</sup>	61,1	41,13 <sup>B</sup>
Vácuo	37,4	15,37	5,0	16,18	17,95	5,34	59,04 <sup>B</sup>	60,72 <sup>B</sup>	77,8	98,07 <sup>A</sup>
DV±	4,49	2,17	2,46	2,40	7,83	0,24	7,73	4,71	15,6	30,0

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água. Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 5: COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE MATURAÇÃO PARA OS PARÂMETROS BROMATOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS THORACIS* DURANTE TODO O TEMPO DE MATURAÇÃO.**

	Umidade (g/100g)	Gordura (g/100g)	RMF (g/100g)	Proteína (g/100g)	Coli 35 °C (UFC/cm <sup>2</sup> )	Coli 45 °C (UFC/cm <sup>2</sup> )
0 Dias						
Seco	70,08	1,58	1,33	26,52	4,36 Log	2,70 Log
Vácuo	69,77	1,16	1,36	25,25	4,46 Log	2,66 Log
DV±	6,61	0,96	0,17	2,64	14558	211
7 Dias						
Seco	67,98	2,50	1,29	25,60 <sup>B</sup>	4,56 Log	3,97 Log
Vácuo	69,55	1,78	1,35	29,62 <sup>A</sup>	4,46 Log	3,28 Log
DV±	3,50	1,95	0,20	2,99	10134	6645
14 Dias						
Seco	69,08	2,91	1,28	26,73	2 Log	2 Log
Vácuo	69,91	1,22	1,28	28,28	2 Log	2 Log
DV±	4,37	2,45	0,09	3,90	0	0
21 Dias						
Seco	68,07	3,34	1,33	26,32	2 Log	2,13 Log
Vácuo	72,70	1,98	1,41	25,02	2 Log	2,13 Log
DV±	4,04	1,13	0,16	3,19	0	67,58
28 Dias						
Seco	67,46	16,37	1,50	20,83	4 Log	2 Log
Vácuo	68,21	2,59	1,22	26,23	4,25 Log	2 Log
DV±	7,60	18,66	0,26	8,63	18455	0

RMF: resíduo mineral fixo, Coli 35 °C / Coli 45 °C: coliformes. Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Segundo Hodges *et al.* (1974), variações no rendimento total de carnes maturadas a vácuo são pequenas, sendo, em média, de até 1% (p/p). Estes pesquisadores atribuíram este fato à eficiência das películas utilizadas em reduzir as perdas de umidade do produto para o ambiente. Quando comparado o rendimento total entre as técnicas de maturação, observou-se na maturação a seco os menores rendimentos totais, o que se justifica pela dessecação natural dos cortes cárneos maturados, a qual se somou à extração da fração não comestível.

O pH e a intensidade da proteólise estão entre os fatores que interferem na capacidade de retenção de água (GONÇALVEZ *et al.*, 2004; HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005; VERMA e SAHOO, 2000). A influência do pH na capacidade de retenção de água ocorre quando o pH cai após o período de *post-mortem* e tende a se aproximar do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares ( $pI \sim pH = 5,0$ ). Ao atingir o ponto isoelétrico, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares são neutralizadas, e as moléculas exibem elevada hidrofobicidade (GONÇALVEZ *et al.*, 2004; HAM, 1961). Nesta pesquisa, os valores médios do pH na carne maturada por ambas técnicas e por diferentes tempos foram superiores ao ponto isoelétrico, não sendo, por esta razão, justificada a redução na capacidade de retenção de água (CRA) para a carne submetida à maturação a vácuo. De acordo com Huff-Lonergan e Lonergan (2005), a proteólise das proteínas citoesqueléticas, como a desmina, pode interferir na capacidade de retenção de água da carne. Estes autores mencionaram que a proteólise destas proteínas contribui para que a água expelida dos espaços intramiofibrilares permaneça dentro do miócito. Ainda conforme estes autores, a reduzida proteólise de proteínas que ligam a miofibrila à membrana celular, como a desmina, há encolhimento do miócito, resultando em

maior perda por gotejamento.

O croma (C) representa a vivacidade e intensidade da cor da carne (AMSA, 2012). Aroeira *et al.* (2016) observaram correlação entre o croma (C) e níveis de concentração de oximioglobina na carne bovina maturadas a vácuo, as quais foram expostas por 30 minutos ao ar atmosférico, após a retirada da embalagem (*bloom*). O *bloom* faz parte da metodologia da avaliação de cor nas carnes maturadas a vácuo e tem como base a oxigenação da mioglobina na superfície do corte (LEE *et al.*, 2008). Em contato com oxigênio, a mioglobina pode mudar seu estado para oximioglobina, sem alteração na valência do  $Fe^{2+}$ , o qual possui uma coloração vermelho/cereja brilhante (PASSETTI *et al.*, 2016). De acordo com Ledward (1992) (*apud* Lee *et al.*, 2008) e Vitale *et al.* (2004), o *bloom* depende da disponibilidade, da difusão e da taxa de consumo de oxigênio. Ledward (1992) (*apud* Lee *et al.*, 2008) observou que carnes maturadas a vácuo por várias semanas têm o efeito *bloom* mais rápido e intenso do que a carne não maturada, devido à perda de atividade de enzimas que consomem oxigênio. Não apenas a depleção desta atividade enzimática é observada no decorrer do tempo de maturação. Conforme Aroeira *et al.* (2016), Okeeffe e Hood (1982) e Tang *et al.* (2005), há também redução na atividade de respiração mitocondrial devido à depleção/degradação de enzimas e coenzimas, resultando na diminuição da taxa de consumo de oxigênio e no aumento dos níveis de oximioglobina em carnes maturadas a vácuo, ao longo do período de maturação. Segundo Aroeira *et al.* (2016), a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) variam conforme a presença de oximioglobina. Desta maneira, os cromas observados nesta pesquisa, para a carne maturada pela técnica a vácuo, podem ser relacionados ao efeito *bloom* anteriormente mencionado acima, uma vez que a variação dos valores apresentou comportamento linear ( $y = 14,11 + 0,58x$ ).

Segundo Abularach *et al.* (1998), a intensidade de vermelho é considerada baixa quando  $a^* < 14,83$  e, como alta, quando  $a^* > 29,27$ . No dia 0, a técnica a vácuo apresentou menor intensidade de vermelho (13,86), sendo considerada como baixa, e a técnica a seco apresentou valores (18,12) considerados normais. No dia 14, apesar da diferença entre as técnicas de maturação, os valores observados encontram-se na faixa como normais, como demonstrado por Abularach *et al.* (1998).

A intensidade de amarelo foi maior para a maturação a vácuo no período de 21 dias de maturação. Segundo Insausti *et al.* (1999), existe uma certa dificuldade em explicar as variações neste parâmetro. Autores consultados na literatura apresentaram variações na intensidade de amarelo, contudo, sem explicar uma causa diretamente relacionada às alterações (IRURUETA *et al.*, 2008; JOHN *et al.*, 2005). Contudo, Andrade *et al.* (2010) observaram correlação entre a luminosidade ( $L^*$ ) e o teor de amarelo ( $b^*$ ), uma vez que a luminosidade está relacionada diretamente à capacidade de retenção de água (CRA) do corte. Este autor atribui a capacidade de retenção de água como sendo fator crucial na alteração da intensidade de amarelo, de forma que, quanto menor a capacidade de retenção de água, maior a intensidade de amarelo. Foi observado, nesta pesquisa, comportamento semelhante ao observado por Andrade *et al.* (2010), sendo verificado no tempo de maturação 21 dias maiores intensidade de amarelo ( $b^*$ ) e menor capacidade de retenção de água (CRA). Abularach *et al.* (1998), ao pesquisarem a cor da carne bovina, consideraram que valores normais estão compreendidos entre  $3,4 < b^* < 8,28$ . Portanto, embora tenha sido observada nesta pesquisa variação significativa na intensidade de amarelo ( $b^*$ ) para a carne maturada pela técnica a vácuo, há de se considerar que os valores permaneceram dentro do intervalo considerado como normal por Abularach *et al.* (1998).

A capacidade de retenção de água maior na carne maturada a seco, em comparação à carne maturada a vácuo também foi observada por Laster *et al.* (2008) e Li *et al.* (2013). De acordo com Juárez *et al.* (2011), quanto menor a quantidade de água presente em um corte cárneo, menor será a perda de peso por cozimento, devido à menor quantidade de água previamente disponível para que esta perda aconteça. Nesta pesquisa, a dessecação da carne maturada a seco pode ser ilustrada por seu menor rendimento total, efeito da dessecação e da extração da fração não comestível. Portanto, por este produto ter apresentado menos umidade, apresentaria, também, menor perda de peso por cocção, quando comparada a carne a vácuo (JUÁREZ *et al.*, 2011).

As densidades populacionais de coliformes totais e termotolerantes na superfície dos cortes cárneos não foram influenciadas pela técnica de maturação e nem pelo tempo de maturação. Durante a manipulação analítica, não foram verificados odores típicos de deterioração microbiana em nenhum dos cortes. Conforme Campbell *et al.* (2001), carnes maturadas pela técnica a seco apresentam baixas contagens microbianas, proporcionadas pelas baixas temperaturas do processo e pela dessecação superficial (baixa atividade de água). Somada a isto, a aplicação de ácidos orgânicos, como o ácido acético utilizado nesta pesquisa, é eficiente para preservar a qualidade microbiológica da carne (GODDARD *et al.*, 1996; SOARES *et al.*, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2002).

Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) na força de cisalhamento entre as técnicas a seco e a vácuo, cujos dados observados encontram-se de acordo com a literatura (LEPPER-BLILIE *et al.*, 2016; SMITH *et al.*, 2008; SITZ *et al.*, 2014). A força de cisalhamento não foi influenciada pelos tempos de maturação utilizados nesta pesquisa, o que pode ser atribuído ao pH da carne, favorável à atividade de enzimas endógenas envolvidas no amaciamento natural. Segundo Béltran *et al.* (1997), a atividade de enzimas proteolíticas pode ser influenciada com a alteração do pH, de forma que enzimas do complexo calpaína (calpaínas  $\mu$  e  $m$ ) apresentam atividades ótimas, com pH próximos de 7. Para Kanawa e Takahashi (2002), as enzimas do complexo calpaína podem ser inativadas com pH 5,5 a 5,8. Considerando estas informações, os valores de pH da presente pesquisa apresentaram-se entre os valores citados acima e, possivelmente, influenciaram a força de cisalhamento ao longo do período estudado. É comum que haja redução significativa na força de cisalhamento de carnes no decorrer do tempo de maturação (KOOHMARAIE *et al.*, 2002). Entretanto, isso não foi observado nesta pesquisa. Provavelmente, o tempo máximo de 28 dias não foi suficiente para reduzir significativamente a força de cisalhamento do corte cárneo pesquisado (*semispinalis thoracis*) ou o maior teor de tecido conectivo natural deste corte do dianteiro bovino, comparado aos cortes usualmente pesquisados, seja obstáculo a reduções significativas. Neste contexto, McCormick (1994) relatou que a maior proporção de tecido conectivo em um corte repercute em sua maior força de cisalhamento. Provavelmente, o teor de tecido conectivo dos cortes do dianteiro bovino imponham limites à redução na força de cisalhamento da carne durante a maturação.

Embora não tenha havido, em ambas as técnicas, redução significativa na força de cisalhamento da carne do músculo *semispinalis thoracis* ao longo do tempo, há de se considerar que, conforme o sistema MIRINZ, as carnes tiveram melhoras em sua avaliação quanto à força de cisalhamento. Bickerstaffe *et al.* (2001) avaliaram a força de cisalhamento da carne bovina utilizando o sistema de avaliação MIRINZ. Estes autores estabeleceram, com auxílio de painel sensorial, limites para os parâmetros de aceitabilidade na maciez relacionada à força de cisalhamento. Os limites foram definidos como: muito macia ( $< 5,0$  Kgf), macia ( $5,0 - 7,9$  Kgf), aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf), dura ( $11,0 - 14,9$  Kgf) e muito dura ( $\geq 15$  Kgf). Comparando-se os dados da presente pesquisa com esta escala, observa-se que a carne maturada a seco apresentou evolução da categoria de maciez aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf) para macia ( $5,0 - 7,9$  Kgf), pois apresentou força de cisalhamento de  $6,11 \text{ Kgf/cm}^2$  ( $61,1 \text{ N}$ ) no tempo 28 dias de maturação. A carne maturada a vácuo evoluiu da categoria de carne dura ( $11,0 - 14,9$  Kgf) para a categoria de carne de aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf).

Não foram encontradas na literatura relações entre o teor de resíduo mineral fixo e a maturação da carne. Contudo, os teores observados na presente pesquisa encontram-se dentro dos valores normais para a carne ( $1 - 2\%$ ) (GEAY *et al.*, 2001).

Como considerações finais, considera-se que maturar a carne do músculo *semispinalis thoracis* pela técnica a vácuo apresenta como benefícios melhora na categoria MIRINZ na força de cisalhamento. Aspectos negativos incluem instabilidade na coloração da carne, o que pode interferir na aceitação pelo consumidor. Maturar a carne do músculo *semispinalis thoracis* pela técnica a seco apresenta, como benefícios, redução na força de cisalhamento, de acordo com o sistema MIRINZ de avaliação, estabilidade da coloração da carne, capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção aceitáveis. Aspectos negativos incluem o baixo rendimento total devido à dessecação da

carne conciliada à grande quantidade de tecidos conectivos característicos da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis*. Recomenda-se maturar a carne a vácuo pelo tempo de 28 dias, e a carne maturada a seco, por 21 dias, uma vez que, para esta última técnica, a força de cisalhamento não se diferencia na categoria MIRINZ do dia 21 e do dia 28.

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que maturar a carne proveniente do músculo do dianteiro bovino *semispinalis thoracis* pela técnica a seco, durante 21 dias, promove melhoria na categoria de maciez da carne, conforme Sistema MIRINZ, estabilidade na coloração da carne, sem ocasionar alterações significativas nos parâmetros de qualidade da carne. A maturação deste corte cárneo pela técnica a vácuo, durante 28 dias, torna a carne mais macia, conforme as categorias apresentadas pelo sistema MIRINZ.

#### 5 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of vacuum and dry-ageing techniques on the quality characteristics of bovine meat from the *semispinales thoracis* muscle of Nelore animals. 40 cuts were processed, with weight after trim of approximately 2000g. The yields, shear force, color (L a\* b\* C and H °), water retention capacity, weight loss per cooking, pH, total and thermotolerant coliforms, protein, fat, dry mass and fixed mineral residue. No difference (P> 0.05) was observed for the shear force, weight loss per cooking, pH, microbiological and bromatological parameters during the 28 days of maturation, for both techniques. In vacuum-aged meat (P <0.05), chroma increased and water retention capacity decreased. The vacuum-aged meat had the highest total yield (P <0.05). The dry-aged meat had a higher water retention capacity and less weight loss per cooking compared to the vacuum-aged meat. The dry-ageing technique for 21 days provided color stability without changes in the physical-chemical parameters and reduction of the shear force of the meat. The 28-day vacuum-aged technique provided a reduction in the shear force of the muscle meat *semispinalis thoracis*.

**KEY-WORDS:** CHROMA, CHUCK ROLL, DRY-AGEING, SHEAR FORCE, WET-AGEING

#### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABULARACH, M. L. S.; Características de qualidade do contrafilé (*m. L. dorsi*) de touros da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, 1998.
2. AMSA. 1995. Research Guidelines for cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.
3. ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.
4. ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; ROÇA, R. O.; SARTORI, D. R.; RODRIGUES, É.; BIANCHINI, W. Maturação da carne bovina. **Revista Electrónica de Veterinária**, v:7, n.06, Junho/2006
5. OAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**, AOAC International, ed. 16, p. 1025, 1995.
6. AROEIRA, C. N.; FILHO, R. A. T.; FONTES, P. R.; RAMOS, A. L. S.; GOMIDE, L. A. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nelore and Aberdeen Angus cattle. **Meat Science**, v. 125, p.16-21, 2017.
7. BELTRÁN, J. A.; JAIME, I.; SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; RONCALÉS, P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease. **Meat Science**, v.45, n.2, p.201-207, 1997.

8. BICKERSTAFFE, R.; BEKHIT, A. E. D.; ROBERTSON, L. J.; ROBERTS, N.; GEESINK, G. H. Impact of introducing specifications on the tenderness of retail meat. **Meat Science**, v. 73, p. 303-315, 2001.
9. CAMPBELL, R. E.; HUNT, M. C.; LEVIS, P.; CHAMBERS, E. Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 2, p. 196-199, 2001.
10. COOMBES, S.V.; GARDNER, G.E.; PETHICK, D.W.; MCGILCHRIST, P. 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, p.815-821, 2014.
11. DEVINE, C. E.; GRAAFHUIS, A. E.; MUIR, P. D.; CHRYSTALL, B. B. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, v.35, p.63-77, 1993.
12. GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26, 2001.
13. GODDARD, B. L.; MIKEL, W. B.; CONNER, D. E.; JONES, W. R. Use of Organic Acids To Improve the Chemical, Physical, and Microbial Attributes of Beef Strip Loins Stored at -1°C for 112 Days. **Journal of Food Protection**, v. 59, n. 8, p. 849-853, 1996.
14. GONÇALVES, L. A. G.; ZAPATA, J. F. F.; RODRIGUES, M. C. P.; BORGES, A. S. Efeitos o sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.459-467, 2004.
15. HAMM R. Biochemistry of meat hydration. Institut für Chemie und Physik, Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kuimbach, Federal Republic of Germany. **Advances in Food Research**, v.10, p.355-463, 1960.
16. HODGES, J. H.; CAHILL, V. R.; OCKERMAN, H. W. Effect of vacuum packaging on weight loss, microbial growth and palatability of fresh beef wholesale cuts. **Journal of Food Science**, v. 39, p.143-146, 1974.
17. 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, p. 194-204, 2005.
18. INSAUSTI, K.; BERIAIN, M. J.; PURROY, A.; ALBERTI, P.; LIZASO, L.; HERNANDEZ B. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, v.53, p.241-249, 1999.
19. IRURUETA, M.; CADOPPIA.; LANGMAN, L.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown in the Delta del Paraná region of Argentina. **Meat Science**, v.79, p.529-533, 2008.
20. JOHN, L.; CORNFORTH, D.; CARPENTER, C. E.; SORHEIM, O.; PETTEE, B. C. WHITTIER, D. R. Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0.4% carbon monoxide, or vacuum. **Meat Science**, v.69, p.441-449, 2005.
21. JUÁREZ, M.; CAINE, W. R.; DUGAN, M. E. R.; HIDIROGLOU, N.; LARSEN, I. L.; UTTARO, B.; AALHUS, J. L. Effects of dry-ageing on pork quality characteristics in different genotypes. **Meat Science**, v.88, p.117-121, 2011.
22. KANAWA, R.; TAKAHASHI, K. Inactivity of i-calpain throughout *post mortem* aging of meat. **Journal of Food Science**, v.67, p.635-638, 2002.
23. 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**, v. 111, p. 168-176, 2016.
24. KOOHMARAIE, M. & GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, p. 34-43, 2006.
25. LASTER, M. A.; SMITH, R. D.; NICHOLSON, J. D. W.; MILLER, R. K.; GRIFFIN, D. B.; HARRIS, K. B.; SAVELL, J. W. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. **Meat Science**, v.80, p.795-804, 2008.
26. LEPPER-BLILIE, A. N.; BERG, E. P.; BUCHANAN, D. S.; BERG, P. T. Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. **Meat Science**, v.112, p.63-68, 2016.
27. LI, X.; BABOL, J.; WALLBY, A.; LUNDSTRÖM. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. **Meat Science**, v.95, p.229-234, 2013.
28. LI, X.; BABOL, J.; BREDIE, W. L. P.; NIELSEN, B.; TOMÁNKOVÁ, 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**, v. 97, p. 433-442, 2014.
29. LEE, M. S.; APPLE, J. K.; YANCEY, J. W. S.; SAWYER, J. T.; JOHNSON, Z. B. Influence of vacuum-aging period on bloom development of the beef gluteus medius from top sirloin butts. **Meat Science**, v.80, P.592-598, 2008.

30. LEDWARD, D. A. Color of raw and cooked meat. London: Royal Society of Chemistry, 1992.
31. McCORMICK, R. J. The flexibility of the collagen compartment of muscle. **Meat Science**, v.36, n. 1, p.79-91, 1994.
32. OBUZ, E.; AKKAYA, L.; GÖK, V.; DIKEMAN, M. E. Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of Longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. **Meat Science**, v.96, p.1227-1232, 2014.
33. O'KEEFFE, M. & HOOD, D. E. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. **Meat Science**, v.7, p. 209-228, 1982.
34. PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; ORNAGHI, M. G.; MOTTIN, C.; GUERRERO, A. Determinação da coloração e a disposição de compra pelos consumidores da carne bovina. **Pubvet**, v. 10, n. 2, p. 179-189, Fevereiro/2016.
35. PARRISH, F. C.; BOLES, J. A.; RUST, R. E.; OLSON, D. G. Dry and Wet Aging Effects on Palatability Attributes of Beef Loin and Rib Steaks from Three Quality Grades. **Journal of Food Science**, v.56, p.601-603, 1991.
36. SAHAR, A.; BOUBELLOUTA, T.; LEPETIT, J.; DUFOUR, É. Front-face fluorescence spectroscopy as a tool to classify seven bovine muscles according to their chemical and rheological characteristics. **Meat Science**, v.83, p.672-677, 2009.
37. SILVA, J. A.; SOARES L. F.; COSTA, E. L. – Sanitização de carcaças de frango com soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão – **Revista TeC Carnes** – pesquisa Campinas, SP, v.3, n.1, p.19-26, 2001.
38. SILVA, N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Valéria Christina Amstalden – São Paulo : Livraria Varela, p31, 1997.
39. SITZ, B. M.; CALKINS, C. R.; FEUZ, D. M. UMBERGER, W. J.; ESKRIDGE, K. M. Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1221-1226, 2014.
40. SMITH, A. M.; HARRIS, K. B.; GRIFFIN, D. B.; MILLER, R. K.; KERTH, C. R.; SAVELL, J. W. Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively. **Meat Science**, v.97, p.21-26, 2014.
41. SMITH, R. D.; NICHOLSON, K. L.; NICHOLSON, J. D. W.; HARRIS, K. B.; MILLER, R. K.; GRIFFIN, D. B.; SAVELL, J. W. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. **Meat Science**, v.79, p.631-639, 2008
42. SOARES, K. M. P.; SOUZA, L. B.; SILVA, J. B. A. Coliformes totais e termotolerantes em bifes de carne bovina tratados com ácido lático e lactato de sódio. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 3-4, p. 196-199, Junho/Dezembro/2016.
43. TANG, J.; FAUSTMAN, C.; HOAGLAND, T. A.; MANCINI, R. A.; SEYFERT, M.; HUNT, M. C. Postmortem oxygen consumption by mitochondria and its effects on myoglobin form and stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1223-1230, 2005.
44. THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p.295-308, 2002.
45. VASCONCELOS, E. C.; ZAPATA, J. F. F.; FIGUEIREDO, E. A. A microbiota da carcaça e da carne ovina tratada com ácido acético, embalada a vácuo e maturada por 48 dias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 272-277, Setembro/Dezembro/2002.
46. VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v.56, p.403-413, 2000.
47. VITALE, M.; PÉREZ-JUAN, M.; LLORET, E.; ARNAU, J.; REALINI, C. E. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. **Meat Science**, v.96, p.270-277, 2014.
48. WARREN, K. E. & KASTNER, C. L. A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. **Journal of Muscle Foods**, v. 3, p.151-157, 1992.
49. YANCEY, J.W.S.; WHARTON, M.D.; APPLE, J.K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. **Meat Science**, v.88, n.1, p. 1-7, 2011.