

EFEITO DA ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA SOBRE A COR DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS F1 SENEPOL/NELORE

Rayane Araujo Sirqueira¹, Otavio Cabral Neto², Rozires Deliza³, Amauri Rosenthal³

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica – IFTO – Campus Palmas. Bolsista do Programa de Iniciação Científica. e-mail: rayane.sirqueira@estudante.ifto.edu.br

²Área de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO – Campus Palmas. e-mail: otavio.neto@ifto.edu.br

³Embrapa Agroindústria de Alimentos e-mail: amauri.rosenthal@embrapa.br; rosires.deliza@embrapa.br

Resumo: Este estudo investigou o efeito do processamento de Alta Pressão Hidrostática (APH) na características de qualidade cor em carne bovina pós-rigor mortis (músculo *Longissimus dorsi*, mestiço F1 Senepol / raça Nelore). Pressões variando de 100 a 400 MPa foram aplicadas em diferentes tempos de processamento para carne proveniente de animais de ambos os sexos (machos e fêmeas). Aumento significativo na perda por cozimento foi detectado em pressões mais altas (mais de 300 MPa). APH resultou em efeito significativo ($p < 0,05$) em certos parâmetros de cor. No geral, o tratamento a 200 MPa resultou em mínimas alterações e foi considerado o mais adequado.

Palavras-chave: colorímetro, condição sexual, cor, escala CIE L*a*b, parâmetro de qualidade

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho do mundo, com cerca de 217 milhões de bovinos (IBGE, 2021). Cerca de 80% do rebanho é composto por raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), cujos animais apresentam rusticidade e adaptação ao ambiente predominante no Brasil. Nelore é a maior raça do rebanho com 90% do total de animais. É essencialmente um animal bem adaptado tanto ao ambiente como ao sistema de produção, embora tenha uma carne considerada com menor maciez. Também existem no Brasil bovinos conhecidos como europeus adaptados, inclusive da raça Senepol (*Bos taurus taurus*).

Algumas tecnologias têm sido investigadas com o objetivo de aumentar a eficiência da produção e melhorar a qualidade da carne brasileira. Nesse sentido, a reprodução racial entre animais zebuínos e europeus está entre as estratégias para heterose, ganhando características de complementaridade e terminação de confinamento. Entre os benefícios da criação, inclui a contribuição para o ciclo de produção e obtenção de uma carcaça mais bem formada e com uma carne mais macia.

A tecnologia HHP tem sido amplamente aplicada na produção de carnes, laticínios, peixes, vegetais e frutas, incluindo bebidas. O mercado global de alimentos HPP atingiu aproximadamente US \$ 9,8 bilhões em 2015 e deve culminar em um valor de mercado de US \$ 54,77 bilhões em 2025 (Huang et al. 2017; Bonfím et al. 2019).

Este estudo avaliou o efeito da APH na cor da carne in natura de bovinos mestiços F1 Nelore / Senepol.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Dez animais F1 Nelore / Senepol (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) foram utilizados neste estudo, sendo cinco machos e cinco fêmeas. Foram alimentados a campo e finalizados em confinamento (120 dias), sendo abatidos com 21 meses de idade (animais classificados como “d”, dentário leiteiro) com peso médio de $553,40 \pm 34,83$ Kg de vida; peso para os homens e $500,60 \pm 21,16$ Kg para as mulheres após jejum de 24 horas. Os animais foram abatidos e processados para obtenção da carcaça no Matadouro Real de Uberaba (MG) que apresentou em média $313,48 \pm 7,30$ e $269,80 \pm 9,10$ Kg para machos e fêmeas, respectivamente, resultando em 56,60 e 53,90% de rendimento. Os quartos traseiros foram refrigerados em câmara fria a 3°C. As carcaças atingiram 10 °C em 24 h de resfriamento. O pH foi monitorado durante o resfriamento e após 24h o valor atingiu 5,8, sugerindo a correta finalização do processo de rigor mortis. A carne foi desossada após o rigor mortis seguido da produção de cortes de carne em salas a 10°C. Striploin (*Longissimus dorsi*) entre as nove e doze costelas foi usado no estudo; esses pedaços de striploin foram posteriormente cortados em fatias de 2,5cm de espessura que foram acondicionadas em sacos de polietileno lacrados a vácuo e mantidos a 5°C até o processo de pressurização. Para embalar as peças foi utilizado um equipamento de embalagem (Selovac 200B) com nível de vácuo 20 (50 Pa). Este estudo seguiu a metodologia de pesquisa anterior relatada por Cabral Neto et al. (2015).

2.2 Métodos

2.2.1 Alta Pressão Hidrostática

As fatias de striploin foram submetidas a diferentes níveis de pressão (100, 200, 300 e 400 MPa) e tempos (T1: tempo de subida necessário para atingir a pressão definida, e T2: T1 mais 15 minutos, ambos imediatamente seguidos de descompressão), carne de animais de ambos os sexos (machos e fêmeas). Nessa condição, o tratamento com duração de T1 correspondeu a um único pulso de pressão crescente breve, enquanto o tratamento com T2 correspondeu a um processo convencional de alta pressão, no qual a pressão é mantida na pressão ajustada por um determinado tempo (15 min.) depois da hora de vir. A pressurização em ambas as condições foi realizada em um equipamento de processamento por pressão hidrostática (Stansted Fluid Power, modelo S-FL-850-9-W) na planta piloto da Embrapa Food Technology.

As amostras controle (não pressurizadas) foram resfriadas a 15 °C por 24 h e posteriormente congeladas por congelamento a ar (convecção) a -20 °C. As oito amostras pressurizadas também foram mantidas a

-20 °C. Todas as amostras (controle e pressurizadas) foram descongeladas a 6 ° C por 24 horas no dia anterior à realização das análises.

2.2.2 Avaliação da cor instrumental

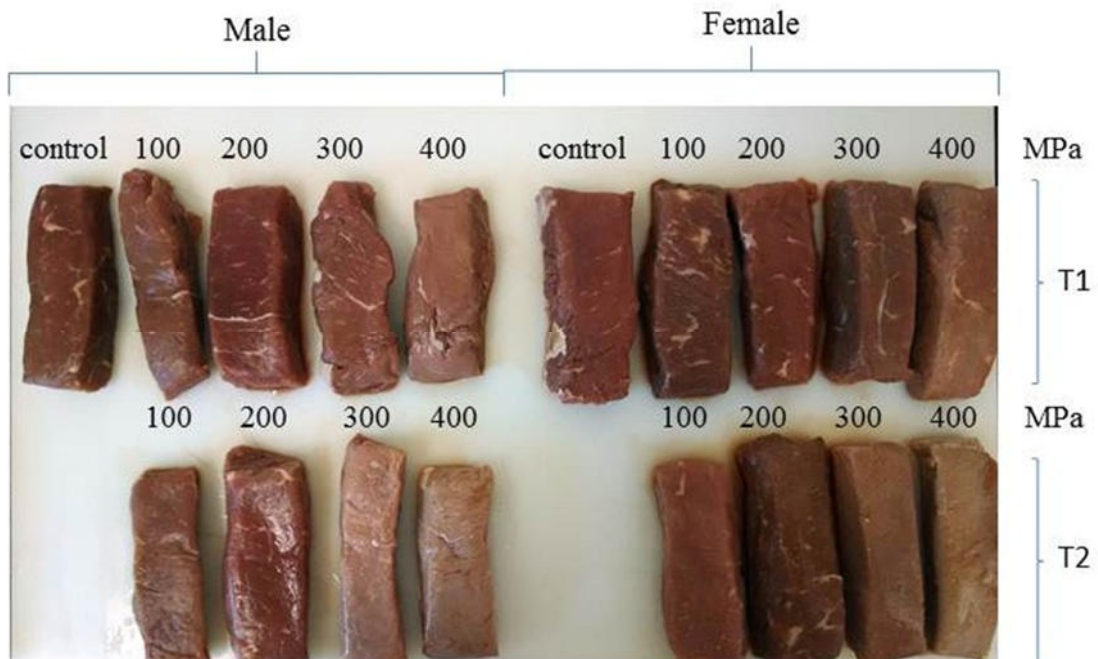
No presente estudo a análise instrumental da cor da carne das nove amostras (despressurizadas e oito amostras HPP por condição de gênero) foi realizada na carne crua por refletância utilizando o Color Quest XE de Hunter Lab, escala CIE L * a * b e Instrumento CIELCh com abertura de 25 mm de diâmetro, iluminante D65 e observador 10. L * é o componente de luminância ou luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco). O parâmetro a * varia de verde a vermelho (-80 a zero = verde; zero a +100 = vermelho) e b * mostra a intensidade de azul a amarelo (-100 a zero = azul, de zero a +70 = amarelo) (Papadakis et al. 2000). Seis repetições foram realizadas por amostra.

2.3 Delineamento experimental e estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey e F a 5% de significância. Para análises de variância e comparação de médias foi utilizado o software XLSTAT (Addinsoft, 2012).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

O HPP resultou em efeito significativo ($p < 0,05$) em alguns parâmetros de cor (L *, a * e / ou b *) do Longissimus dorsi (Tabela 1), que pode ser melhor visualizado na Figura 1.



Fonte: arquivo pessoal.

Em comparação aos não pressurizados amostras, refeição de machos e fêmeas inteiros não mostraram mudanças significativas. A carne de machos e fêmeas inteiros não apresentou diferenças significativas para amostras não pressurizadas, apesar de alguns autores (Restle et al. 1996; Vaz e Restle, 2000) sugerirem que a carne de animais inteiros era mais escura do que os machos castrados, o que por outro lado seria ser mais escuro do que as mulheres'. No presente estudo a ausência de diferença significativa pode ser explicada pela idade de abate, visto que a carne dos animais jovens costuma ser mais leve independente do sexo devido à menor concentração de mioglobina no músculo, que aumenta com a idade (Costa et al. 2002). Savastano (2000) não encontrou diferenças significativas em L*, a* e b* para machos castrados e inteiros, da mesma forma que Fernandes et al. (2008), que além disso, não obteve diferença entre os dois grupos com o sexo feminino.

Um aumento significativo ($p < 0,05$) em L* resultou para carne inteira de machos pressurizada acima de 200 MPa e para fêmeas a partir de 100 MPa para T1. O crescimento em L* (clareamento) com a elevação da pressão principalmente acima de 200 MPa foi relatado por vários autores (McArdle et al. 2010; Marcos et al. 2010; Marcos e Mullen 2014; Cabral Neto et al. 2015; Guillou et al. 2017; Bak et al. 2019). Porém, de acordo com Purchas (1988), o valor aceitável para L* na carne bovina estaria na faixa de 24 a 39, que em nosso caso incluiria toda a carne pressurizada até 300 MPa em T1. Amostras de machos pressurizadas em T2 apresentaram aumento significativo de L* ($p < 0,05$) acima de 200 MPa. De acordo com Purchas (1998), toda carne processada até 200 MPa em nosso estudo seria aceitável com base em L*, independentemente do sexo. O aumento do tempo de pressurização não resultou em efeito de cor positivo, sendo T1 mais adequado para processamento em comparação com T2. Isso também

seria mais interessante para o processamento industrial, considerando uma maior produção e menores custos de produção relacionados ao menor tempo de processamento. Os níveis de pressão avaliados (300 e 400 MPa) aumentaram L^* ($p < 0,05$) além do tempo de pressurização. O efeito de clareamento promovido pela elevação da pressão tem sido relacionado à coagulação de proteínas, que afetaria a estrutura da proteína na superfície da carne (Goutefongea et al. 1995), além da desnaturação da globina e deslocamento ou remoção do grupo heme (Carlez et al. 1995, Guillou et al. 2017). Segundo Mussa (1999), também pode ser decorrente de mudanças no teor de água.

Em relação a a^* sexo não houve influência em T1, porém o HPP promoveu redução dos valores com o aumento da pressão, levando a diferenças significativas ($p < 0,5$) para homens acima de 200 MPa e mulheres acima de 100 MPa. Purchas (1998) sugeriu a a^* valor ideal para carne bovina entre 18 e 22. Em relação a esse fator, caberia no critério apenas carne masculina não pressurizada ou processada até 200 MPa, sendo os demais tratamentos considerados como tendo sofrido “branqueamento” ou ser “pálido”, apesar de os tratamentos até 300 MPa em T1 apresentarem valores muito próximos do mínimo exigido pelo ideal. Esses resultados contradizem os obtidos por Carlez et al. (1995), que não detectou alterações em a^* e b^* de carnes tratadas até 400 MPa, e por Marcos e Mullen (2014), ao estudar carne bovina de animais mestiços abatidos com 24 meses de idade.

Em nossa presente pesquisa, o HPP levou a uma diminuição de b^* com o passar do tempo, o que está de acordo com Cabral Neto et al. (2015). Ao contrário, Carlez et al. (1995) observaram aumento na intensidade do amarelo na pressão superior a 200 MPa em relação à carne não pressurizada, e considerou marrom a carne tratada de 400 a 600 MPa. Os autores atribuíram a redução de b^* com a pressão à formação de metamioglobina associada à oxidação do ferro do grupo Heme da mioglobina (Carlez et al. 1995).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratamentos em pressões superiores a 200 MPa induziram alterações negativas na qualidade da carne, tornando-a pálida. A carne de fêmeas mais jovens é mais suscetível a mudanças de cor durante a pressurização por causa da característica intrínseca mais clara.

5 AGRADECIMENTOS (Opcional)

Agradecemos ao IFTO, Pró-reitoria de pesquisa e CNPq pela bolsa concedida a aula primeiro autora em edital de Iniciação Científica.

6 REFERÊNCIAS

Addinsoft. (2016). XLSTAT statistical analysis software. Version 2016.

Carlez, A., Veciana-Nogues, T., Cheftel, J.C. (1995). Changes in colour and myoglobin of minced beef meat due to high pressure processing. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 28 (5), 528-538.

Cheftel, J., & Curioli, J. (1997). Effects of high pressure on meat: a review. *Meat Science*, 46, 211-236.

Guillou, S., Lerasle, M., Simonin, H., & Federighi, M. (2017). High-pressure processing of meat and meat products. *Emerging technologies in meat processing*, 37–101.

Goutefongea, R., Rampon, V., Nicolas, N., & Dumont, J.P. (1995). Meat colour changes under high pressure treatment. In 41st Intl. Congress of Meat Science and Technology, 41, 19-21. National Livestock and Meat Board, San Antonio, Texas, USA.

Huang, H. W., Wu, S. J., Lu, J. K., Shyu, Y. T., & Wang, C. Y. (2017). Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. *Food Control*, 72, 1-8.

IBGE (2019). Brazilian Institute of Geography and Statistics. Available in <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Access on 20th September 2020.

Ma, H. J., & Ledward, D.A. (2004). High pressure/thermal treatment effects on the texture of beef muscle. *Meat Science*, 68, 347-355.

McArdle, R., Marco, B., Kerry, J.P., & Mullen, A. (2010). Monitoring the effects of high pressure processing and temperature on selected beef quality attributes. *Meat Science*, 96, 629-634.

Marcos, B., Kerry, J.P., & Mullen, A.M. (2010). High pressure induced change on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators. *Meat Science*, 85, 115-120.

Medina-Meza, I.C.; Bernaba, C.; Barbosa-Cánovas, G. V. (2014) Effects of high pressure processing on lipid oxidation: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 22, 1–10.

Mussa, D.M. (1999). High pressure processing of milk and muscle foods: evaluation of process kinetics, safety and quality changes. PhD thesis, McGill University, Canada.

Papadakis, S. E., Abdul-Malek, S., Kamdem, R. E., & Yam, K. L. (2000). A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. *Food Technology*, 54(12), 48–51.

Strydom, P.E. (2011). Quality related principles of the South African beef classification system in relation to grading and classification systems of the world. *South African Journal of Animal Science*, 41, 177-194.

Sun, X.D., & Holley, R.A. (2010). High hydrostatic pressure effects on the texture of meats and meats products. *Journal of Food Science*, 75, 1.

U.S. Department of Agriculture. 2017. USDA Livestock and Poultry: World Markets and trade. Web Site: <http://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade>. (Accessed 30/05/2020).

U.S. Department of Agriculture. 2017. USDA: Semi Annual Livestock Report 2017. Web Site: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_2-24-2017.pdf. (Accessed 30/05/2020).

Bak, K. H., Bolumar, T., Karlsson, A. H., Lindahl, G., & Orlien, V. (2019). Effect of high pressure treatment on the color of fresh and processed meats: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59:2, 228-252, DOI: 10.1080/10408398.2017.1363712

Bonfim, R. C., Oliveira, F. A., Godoy, R. L. O., & Rosenthal, A. (2019). A review on high hydrostatic pressure for bivalve mollusk processing: relevant aspects concerning safety and quality. *Food Science Technology*, 39, 515-523. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.26918>.

Huang, H.-W., Wu, S.-J., Lu, J.-K., Shyu, Y.-T., & Wang, C.-Y. (2017). Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. *Food Control*, 72, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.07.019>.

Tabela 1 Cor (média e desvio padrão) de carne de F1 Senepol/Nelore beef (*Longissimus dorsi*) processadas por APH em comparação a não processadas.

Tempo de tratamento	Pressão (MPa)	Cor					
		L*		a*		b*	
		Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
	Não processada	34.09±0.69 ^{ab}	33.76±3.27 ^{ab}	21.74±2.04 ^{abc}	18.40±3.60 ^{cde}	12.67±2.13 ^{abc}	11.01±2.20 ^{bcd}
T1	100	34.95±2.00 ^{abc}	34.76±3.33 ^{abc}	21.58±2.24 ^{abcd}	17.71±3.96 ^{def}	14.11±4.34 ^a	10.23±1.25 ^{cde}
	200	33.02±2.27 ^a	37.95±2.46 ^{bcd}	19.24±1.61 ^{bcde}	16.62±3.87 ^{ef}	12.86±3.41 ^{abc}	9,13±2.48 ^{def}
	300	39.10±1.42 ^{cde}	39.94±2.39 ^{de}	17.44±1.45 ^{ef}	16.61±2.98 ^{ef}	11.89±1.31 ^{abcd}	9.23±2.48 ^{def}
	400	43.70±1.70 ^{ef}	43.32±1.35 ^{fg}	15.79±1.16 ^{ef}	16.82±4.67 ^{ef}	11.55±0.86 ^{abcd}	7.84±2.30 ^{efg}
T2	100	33.04±2.84 ^a	36.85±1.38 ^{abcd}	25.10±1.35 ^a	16.94±0.34 ^{ef}	13.85±1.64 ^{ab}	10.20±1.98 ^{cde}
	200	38.40±1.43 ^{bcd}	35.46±3.07 ^{abcd}	24.10±0.89 ^a	14.15±1.85 ^f	10.95±1.51 ^{bcd}	7.39±1.16 ^{efg}
	300	50.51±1.94 ^{gh}	52.21±1.29 ^{hi}	23.00±1.01 ^{ab}	13.47±3.87 ^f	10.08±1.85 ^{cde}	7.47±1.12 ^{efg}
	400	51.66±1.77 ^{hi}	56.44±2.47 ⁱ	18.18±1.57 ^{cde}	13.99±4.38 ^f	6.53±0.89 ^{fg}	5.03±0.23 ^g

Letras diferentes indicam diferença significativa no mesmo fator ($P < 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

L*: luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a*: intensidade de verde/vermelho (-80 para zero = verde, de 0 para +100 = vermelho), b*: intensidade de azul/amarelo -100 para zero = azul, de 0 para +70 = amarelo).

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($P < 0.05$) de acordo com o teste F.

T1: tempo requerido para atingimento da pressão desejada.

T2: T1 mais 15 minutos.