

Efeito do tempo de congelamento sobre as características físico-químicas da carne bovina e suína

Effect of freezing time on the physical-chemical characteristics of beef and pork meat

Luis Fernando Vilani de Pelegrini^[a], Luiz Gustavo de Pellegrini^[b], Luiz Giovani de Pellegrini^[c], Ana Carolina Ribeiro Sanquetta de Pellegrini^[d]

- ^[a] Professor adjunto do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, doutor, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS - Brasil, e-mail: lfvelegrini@gmail.com
- ^[b] Médico-veterinário, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS - Brasil, e-mail: lgpellegrini@ibest.com.br
- ^[c] Professor de Ensino Técnico e Tecnológico do Setor de Zootecnia, doutor, Departamento de Pesquisa, Produção e Extensão, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Câmpus Júlio de Castilhos, Júlio de Castilhos, RS - Brasil, e-mail: depellegrini@yahoo.com.br
- ^[d] Médica-veterinária, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS - Brasil, e-mail: carolsanquetta@hotmail.com

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a influência do tempo de armazenamento da carne bovina e suína, em relação às características físico-químicas. Foram utilizadas amostras comerciais de carne bovina e suína provenientes do músculo *longissimus dorsi*, sendo que cada amostra era representada por porções de 250 gramas, as quais foram embaladas e armazenadas a -18 °C por intervalos de tempo predeterminados, sendo: 60, 120, 180 e 360 dias. Após o período de descongelamento, foi medida a perda de massa e o líquido exsudado foi coletado para a quantificação dos níveis de nitrogênio total, avaliando-se também o pH e a oxidação lipídica. Os resultados mostraram que o período de estocagem altera as características físico-químicas da carne bovina e suína, porém sem causar significativos prejuízos.

Palavras-chave: Armazenamento. *Longissimus dorsi*. Oxidação lipídica. pH.

Abstract

This study aimed to evaluate the influence of storage time on the physical and chemical characteristics of beef and pork meat. Commercial samples of longissimus dorsi muscle from pork and beef were used, and each sample was represented by portions of 250 grams packaged and stored at -18 °C for 60, 120, 180 or 360 days. The samples were thawed and the weight loss, pH and lipid oxidation were evaluated. The exudates were collected to quantify the levels of total nitrogen. The period of storage affect the physical and chemical characteristics of beef and pork meat, but it did not cause any major damage to both meats.

Keywords: Storage. *Longissimus dorsi*. Lipid oxidation. pH.



Introdução

A carne é considerada um dos alimentos mais nutritivos utilizados na alimentação humana. É uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, ácidos graxos essenciais, minerais como o ferro e a vitamina B (ABERLE et al., 2001), sendo classificada como um alimento completo e de alto valor biológico, por apresentar todos os aminoácidos essenciais em níveis significativos (PENSEL, 1998). Além da importância na alimentação, a carne também representa um grande valor econômico ao Brasil, o maior exportador mundial de carne bovina e frango. O volume brasileiro de carne exportada chegou a 14,5 milhões de toneladas em 2008, e 78% dessa quantidade foi exportada na forma de produto congelado (AGROSTAT, 2008).

Desde os tempos remotos, o homem começou a descobrir e dominar técnicas que lhe auxiliaram na conservação dos produtos cárneos, como: salga, defumação, cocção. O uso do frio e a eficácia do congelamento na preservação da carne também foram compreendidos há muito tempo pelos povos que habitavam as regiões árticas como os esquimós e outros povos habitantes de regiões de clima frio.

A conservação dos alimentos pode ser feita por procedimentos químicos (geralmente modificando a composição dos produtos) ou físicos (pela ação de determinados fatores externos). O uso do frio oferece uma série de vantagens de grande interesse para a indústria na conservação da carne, que podem ser sintetizadas em: máximo prolongamento na conservação dos alimentos, mínima modificação das características sensoriais e do valor nutritivo, ampla esfera de uso, custos razoáveis e ausência de ações nocivas para saúde (ORDÓÑEZ, 2005).

O congelamento permite a conservação da carne por meses, mantendo as características químicas, sensoriais e nutritivas do produto próximas das características iniciais, além de dificultar a ação desfavorável de microrganismos e enzimas. Enfoques modernos do uso do congelamento na conservação da carne são fundamentados na compreensão das mudanças causadas pelo processo, bem como de seus aspectos preservativos (LAWRIE, 2005).

Contudo, alterações como a desidratação, rancificação e perdas por exsudação são efeitos negativos do processo de congelamento. A rancidez, ou oxidação de lipídios é a deterioração mais importante que ocorre em carnes congeladas, definindo a vida útil, na medida

em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (CECCHI, 1999; GRAY, 1978).

Assim, considerando a importância da carne na alimentação humana e o valor econômico que esta representa para o agronegócio brasileiro e para a balança comercial do país, torna-se necessário conhecer os efeitos do congelamento sobre a qualidade da carne. Graças ao fato de a carne bovina e a suína serem as mais consumidas no mundo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre as características físico-químicas dessas carnes.

Materiais e métodos

Preparo da amostra

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria e no Laboratório de Inspeção de Alimentos e Bromatologia, do Depósito de Subsistência de Santo Ângelo (RS) do Exército Brasileiro no período de maio de 2005 a dezembro de 2006.

Foram utilizadas amostras comerciais de carne bovina e suína provenientes do músculo *longissimus dorsi*, oriundas de um abatedouro-frigorífico comercial da região de Santa Maria (RS) em número de seis pares (provenientes de seis animais) de peças. Para evitar efeitos referentes à condição sexual, todas as peças foram obtidas a partir de bovinos e suínos machos castrados. Cada animal foi considerado uma repetição, totalizando, então, seis repetições ou amostras. As carnes foram desossadas e retiradas de todo o tecido adiposo. Cada amostra foi dividida em fatias de aproximadamente 2,5 cm contendo 250 gramas. Posteriormente, as amostras foram embaladas em filme plástico de polietileno, acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ de acordo com a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (BRASIL, 2003), sendo a estocagem realizada em freezer convencional com a finalidade de representar a real forma de estocagem doméstica.

As amostras foram armazenadas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e retiradas para análise em diferentes intervalos de tempo: 60, 120, 180 e 360 dias. Quando a amostra atingia o

tempo desejado de armazenagem, esta era descongelada sob refrigeração a 5 °C por 24h. Para cada período de estocagem foram analisadas cinco amostras.

Análises físico-químicas

Após o período de descongelamento, foi medida a perda de massa pesando-se a amostra na embalagem fechada, em seguida foi retirado o líquido exsudado, secou-se a carne com papel toalha, pesando novamente a amostra e a embalagem seca e limpa. O resultado foi dado pela diferença de peso e expresso em porcentagem. O líquido exsudado foi coletado para a quantificação dos níveis de nitrogênio total, por meio do método de micro-kjedahl, segundo AOAC (1995).

A determinação do pH foi realizada em potenciômetro (DM 22, Digimed, São Paulo - Brasil), de acordo com a metodologia proposta por Terra e Brum (1988). A avaliação da oxidação nas amostras elaboradas foi conduzida no produto acabado pelo teste das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) segundo Raharjo et al. (1992), adaptado por Pereira (2009). Nesse método, pesaram-se 10 g de amostra previamente moídos e homogeneizados em Turrax (modelo T18, IKA® Works Inc., Wilmington, Del., USA), foram adicionados 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. Homogeneizou-se por um minuto em Turrax, filtrou-se com auxílio de papel filtro qualitativo para balão volumétrico de 50 mL e o volume foi completado com a solução de ácido tricloroacético 5%. Do balão, retirou-se uma alíquota de 5 mL e transferiu-se para tubo de ensaio, onde foram adicionados 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08 M em ácido acético 50%. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 5 minutos. A leitura de absorvância foi realizada a 531 nm, os resultados comparados contra o branco e expressos em mg de malonaldeído (mg MDA) por quilograma (kg) de amostra. Todas as determinações foram realizadas em triplicata, com cinco repetições por intervalo.

Análise estatística

Os dados coletados para cada variável, em função da espécie, foram submetidos à análise de variância

a 5% de significância e os resultados significativos foram submetidos à análise de regressão. Ainda analisou-se a correlação entre as variáveis por intermédio do programa estatístico SAS (1997).

Resultados e discussão

Os parâmetros *perda de massa* e *pH* apresentaram comportamento quadrático diante do período de armazenamento da carne bovina, com ponto de máxima aos 229 e 240 dias, respectivamente (Figuras 1A e 1C).

A carne de bovinos recentemente abatidos apresenta pH que varia entre 6,5 a 6,8, atingindo algumas vezes 7,2, e diminuindo, posteriormente, até alcançar um valor final entre 5,6 a 5,8 ao fim de 48 horas do abate. Esse valor foi observado neste experimento com pequena elevação, que pode ter sido ocasionada pela presença de compostos de fosfato (HALLIDAY, 1978) (Figura 1C). Esse comportamento não interferiu na retenção de água, pois segundo Prata e Fukuta (2001), a queda do pH e formação de ácido lático no período *post-mortem* são responsáveis pela redução geral dos grupos reativos de proteínas disponíveis para a retenção de água. A redução no número de grupos reativos ocorre porque pH aproxima-se do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Nesse pH, as proteínas apresentam carga neutra, isto é, estão ocupadas, sendo portanto mínima a capacidade de retenção de água.

Outro fator que proporcionou a elevação na perda de água e conseqüentemente a perda de massa foi o fenômeno conhecido como recristalização. Isso ocorre em decorrência de temperaturas mais elevadas e suas flutuações (pela metodologia utilizada – amostras armazenadas em freezer convencional), em que as moléculas de água deslocam-se dos cristais menores, pela água não congelada, recristalizando-se e formando cristais maiores. Os cristais de gelo maiores também podem ser formados em condições de armazenagem à temperatura constante. Esses cristais promovem a ruptura das células, o que gera perda de água e exsudação mais severa no momento do descongelamento (PARDI et al., 1995).

Tal exsudado contém componentes responsáveis pelo sabor, aroma e nível nutricional, além de conferir suculência ao produto. Dessa maneira, a perda de massa poderia ter ocasionado o aumento na porcentagem

de nitrogênio total no exsudado, visto que este apresentou comportamento linear crescente com o avanço do período de armazenamento (Figura 1B).

Para os parâmetros *nitrogênio total* e *oxidação lipídica* na carne bovina, o efeito observado foi linear crescente, sendo que os valores se elevaram em 0,0016% e 0,0014 mg MDA/kg de amostra para cada dia de armazenamento, respectivamente.

Além disso, observou-se, neste trabalho, que os valores obtidos para oxidação lipídica elevam-se linearmente com o aumento do tempo de armazenamento (Figura 1D). Mas, segundo Torres e Okani (1997), esses níveis são encarados como aceitáveis, levando-se em consideração que valores de até 1,59 mg MDA/kg de carne não seriam percebidos sensorialmente e também não causariam danos à saúde do consumidor.

Segundo Hansen et al. (2004), durante o período de congelamento, o processo de oxidação é

lento, mas não completamente interrompido. Esse parâmetro é o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana (GRAY et al., 1996). Ele também passa a ser fator limitante na qualidade e aceitabilidade de carnes e produtos cárneos, afetando atributos como sabor, cor, textura e valor nutritivo. O processo de rancidez causa o desenvolvimento de sabores indesejáveis, descoloração, produção de substâncias potencialmente tóxicas, como o malonaldeído e óxidos de colesterol, e também perda do valor nutricional em virtude da destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (GRAY et al., 1996).

Os parâmetros *perda de massa* e *nitrogênio total* não apresentaram diferença ($p > 0,05$) para os diferentes tempos de estocagem da carne suína, com valores médios de 8,0 e 2,4%, respectivamente.

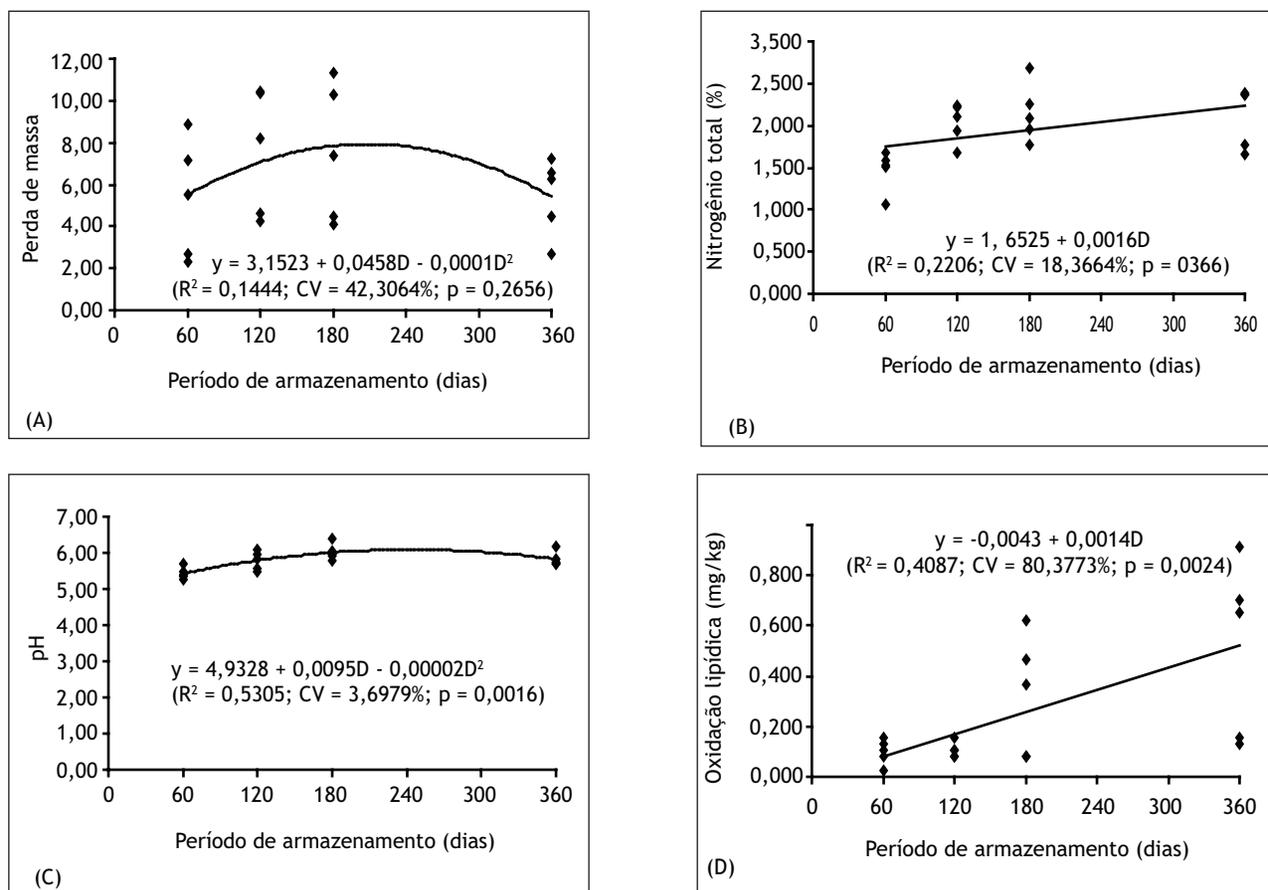


Figura 1 - Valores para perda de massa (%) (A), nitrogênio total (%) (B), pH (C) e oxidação lipídica (mg/kg amostra) (D) do músculo *Longissimus dorsi* bovino, em função dos diferentes períodos de armazenamento a $-18\text{ }^\circ\text{C}$

Fonte: Dados da pesquisa.

Já os parâmetros *pH* e *oxidação lipídica* apresentaram comportamento linear crescente, e para dia de estocagem, os valores se elevaram em 0,0011 e 0,0024 mg MDA/kg de carne, respectivamente. Segundo Halliday (1978), a presença de compostos fosfato na carne suína ocasionou a elevação do pH durante o período de armazenamento (Figura 2A), aumentando a capacidade de retenção de água da carne, o que conseqüentemente reduziu a perda de massa. Sendo assim, a perda de massa manteve-se estável durante o armazenamento, contrariamente ao que foi observado por Warris (2000), em que as proteínas dos músculos da carne se desnaturaram com a queda do pH, conduzindo à redução no poder de retenção de água pelo músculo ocasionando as perdas de massa ao descongelamento. Vale

salientar que o pH é o parâmetro mais importante para se predizer a qualidade final da carne suína, pois influencia direta ou indiretamente nas diversas características de qualidade como cor, maciez, sabor, capacidade de retenção de água e conservação.

O nitrogênio total (Figura 2D) da carne suína beneficiou-se com elevação do pH, pois, com a estabilidade na perda de massa (Figura 2C), este também manteve-se estável. Porém, resultados contrários foram observados por Braga et al. (2005), que observaram maior perda de massa e nitrogênio total com o aumento no tempo de descongelamento.

Além da alteração de odor e gosto, a oxidação lipídica (Figura 2B) também está relacionada com a oxidação dos pigmentos da carne, provocando perda de cor. Observa-se, neste trabalho, que, assim

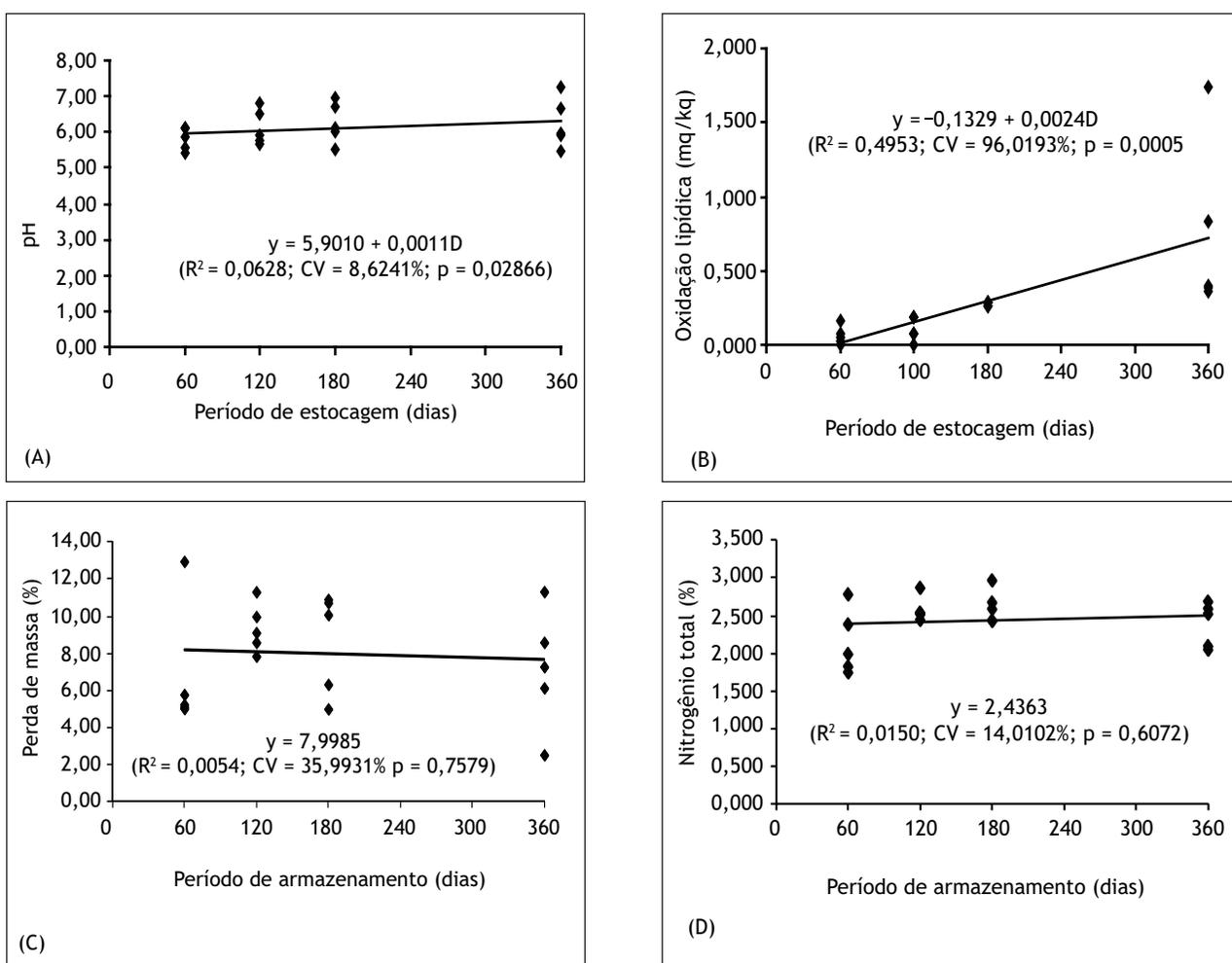


Figura 2 - Valores para pH (A) e oxidação lipídica (mg de malonaldeído/kg amostra) (B), perda de massa (%) (C) e nitrogênio total (%) (D) do músculo *Longissimus dorsi* suíno, em função dos diferentes períodos de armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Fonte: Dados da pesquisa.

como na carne bovina, o valor da oxidação lipídica na carne suína se eleva linearmente com o tempo de armazenamento (Figura 2B). Contudo, esses valores são considerados aceitáveis, conforme citado anteriormente.

Conclusões

O período de estocagem altera as características físico-químicas da carne bovina e suína. Porém, as condições de armazenamento foram apropriadas para a conservação dessas carnes, mantendo suas propriedades de perda de massa, pH, nitrogênio total e oxidação lipídica de maneira satisfatória para o consumo por um período de 360 dias sob congelamento a -18 °C. Recomendam-se outros estudos para melhor caracterização das carnes bovina e suína – aspectos de tempo de armazenamento e qualidade – por causa da escassez de estudos na literatura.

Referências

- ABERLE, E. D. et al. **Principles of meat science**. 4th. ed. Iowa: Kendall/Hunt, 2001.
- AGROSTAT. Ministério da Agricultura. AgroStat Brasil. **SRI - Exportação do Agronegócio - Exportações por Produto**. Exportação Brasileira do Agronegócio Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/primeira_pagina/extranet/AGROSTAT.htm> Acesso: 10 mar. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Washington, DC. AOAC. 1995.
- BRAGA, G. C. et al. Variações de massa e de nitrogênio em carne suína após descongelamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 291-298. 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de alimentação e nutrição**. 2. ed. Brasília, 2003.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999.
- GRAY, J. I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 55, p. 539-546, 1978.
- GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKELEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v. 43, p. 111-123, 1996.
- HALLIDAY, D. A. Phosphates in food processing. **Process Biochemistry**, n. 7, p. 6-9, 1978.
- HANSEN, E. et al. Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of fluctuating temperature on lipid oxidation. **Meat Science**, n. 68, p. 185-191, 2004.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos-Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2.
- PARDI, M. C. et al. **Ciência, Higiene e Tecnologia de Carnes**. 2. ed., Niterói; EDUFF: Goiânia: UFF, 1995. v. 2.
- PENSEL, N. The future of red meat in human diets. **Nutrition Abstracts & Reviews**, (Series A), v. 68, n. 1, p. 1-4, 1998.
- PEREIRA, M. G. **Aplicação de Antioxidantes Naturais em Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- PRATA, L. F.; FUKUTA, R. T. **Fundamentos de higiene e inspeção de carnes**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. p. 37-73.
- RAHARJO, S et al. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acidextraction thiobarbituric acid – C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 2182-2185, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS – SAS – **User's guide: statistics**. Version 6. Cary, 1997. v. 2.
- TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988.
- TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: Ranço em alimentos. **Revista Nacional de Carne**, v. 243, p. 68-76, 1997.
- WARRIS, P. D. **Meat Science: an introductory text**. New York: CABI Publishing, USA, 2000.

Recebido: 15/08/2012
Received: 08/15/2012

Aprovado: 23/11/2012
Approved: 11/23/2012