

Caracterização do processo de *rigor mortis* nos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* de perus (*Meleagris gallopavo*) e maciez da carne

Characterization of *rigor mortis* process of muscles *Gastrocnemius* and *Pectoralis* of turkey (*Meleagris gallopavo*) and meat tenderness

Fábio da Costa,* Teófilo José Pimentel da Silva,** Mônica Queiroz de Freitas,** Rogério Tortelly,***
Guilherme Jogaib Jardim****

Resumo

Este trabalho objetivou caracterizar o processo de *rigor mortis* dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* de seis carcaças de perus durante o resfriamento industrial e a maciez da carne. Foram escolhidos ao acaso seis perus machos da marca B U T A (British United Turkeys of América), abatidos em matadouro sob Inspeção Federal em Carambeí, PR. Após a sangria, analisou-se a temperatura, pH, comprimento de sarcômero em diferentes intervalos de tempo (0,25h; 1,5h; 2,5h; 6h e 18,5h) e força de cisalhamento ou maciez dos músculos. Para a comparação dos valores obtidos utilizou-se a análise da variância (delineamento inteiramente ao acaso e fatorial); o teste de Tukey ao nível de 5% e a tendência de correlação linear de Pearson. A temperatura da câmara fria variou de 32,3°C (0,25h) a -0,5°C (18,5h) e a temperatura média das carcaças foi de 40,83°C e 2,40°C, respectivamente. O pH médio inicial do músculo *Gastrocnemius* foi de 6,39 (0,25h) e o final 5,91 (18,5h) e no *Pectoralis* foi 6,15 e 5,59. A contração máxima do sarcômero dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* ocorreu na 0,25 h ou 15 min. (1,59 m e 1,61 m) após a sangria. Os dois músculos estudados podem ser considerados como macios pois apresentam uma força de cisalhamento próximo de 6,0 kg, demonstrando uma resolução normal do processo de *rigor mortis*.

Palavras-chave: carcaça de peru, músculos, *rigor mortis*, maciez.

Abstract

This work was designed to characterize the *rigor mortis* process of *Gastrocnemius* and *Pectoralis* muscles of 06 turkey carcasses during the industrial chilling and meat tenderness. Six male turkeys B U T A (British United Turkeys of América) were randomly assembled, slaughtered at Federal Inspection Slaughterhouse – Carambeí, PR. After exsanguination, were measured temperature, pH, sarcomere length and shear force or tenderness at different times (0.25h; 1.5h; 2.5h; 6.0h and 18.5h). To compare the values were utilized the ANOVA; the test of Tukey with 5% and tendency of Pearson linear correlation. The chilling room temperature varied between 32.3 °C (0.25h) to -0.5 °C (18.5h), and the mean temperature of carcasses were 40.83°C and 2.40°C, respectively. The mean pH of *Gastrocnemius* muscle was initial 6.39 (0.25h) and final 5.91 (18.5h), in the *Pectoralis* muscle was initial 6.15 (0.25h) and final 5.59 (18.5h). The maximum contraction of sarcomere of *Gastrocnemius* and *Pectoralis* occurred at 0.25 h - 15 min. (1.59 m and 1.61 m) after exsanguination. The two muscles studied can be considered tender, once resulted the shear force close to 6.0 kg, showing a normal resolution of *rigor mortis* process.

Keywords: carcass of turkey, muscle, *rigor mortis*, tenderness.

Introdução

O Brasil ocupa hoje posição de destaque entre os maiores produtores mundiais de produtos de origem animal. Dentre estes, a carne e os produtos industrializados de peru, atualmente disponíveis nos supermercados, estão conquistando cada vez mais os consumidores, por tratar-se de um alimento com baixo teor de gordura e colesterol e alto

teor protéico. Igualmente, é cada vez maior o número de restaurantes que oferecem em seus cardápios pratos preparados a partir da carne desta ave (Owens e Sams, 1997; Antunes, 2003).

A queda do pH e da temperatura durante o desenvolvimento do processo de *rigor mortis* das carcaças dos animais de açougue influenciam diretamente a qualidade da carne. A

* Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Doutorado) – Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense – UFF.

** Departamento de Tecnologia dos Alimentos da Faculdade de Veterinária – UFF.

*** Departamento de Patologia da Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense.

**** Discente Iniciação Científica – Faculdade de Veterinária – UFF.

Autor para correspondência: Teófilo José Pimentel da Silva. E-mail: mtatjps@vm.uff.br .

velocidade do *rigor mortis* é controlada, principalmente, pela reserva de glicogênio, pH e temperatura do músculo (Ma e Addis, 1973; Lesiak et al., 1996; Molette et al., 2003). A determinação do tamanho de sarcômero demonstra uma correlação positiva entre sua dimensão e o desenvolvimento do processo de *rigor mortis*, bem como da maciez da carne (Ma e Addis, 1973; Mckee e Sams, 1998; Alvarado e Sams, 2000a). Por outro lado, a idade do animal é responsável em grande parte pela variação da maciez. Em animais mais velhos ocorre uma diminuição da solubilidade da proteína colágeno, resultando assim em carnes mais duras (Shimokomaki et al., 1972). A análise instrumental (força de cisalhamento) é a metodologia mais utilizada no controle da maciez das carnes (Lyon e Lyon, 1997; Mckee e Sams, 1998; Alvarado e Sams, 2000a).

O processo de *rigor mortis* e a maciez da carne de perus são bem similares aos observados na carne de frango, uma vez que apresentam valores de pH final *post mortem* bem próximos (Khan, 1971; Alvarado e Sams, 2000a). As características do processo de *rigor mortis* de carcaça de perus durante o processamento industrial para obtenção de carcaças resfriadas só foram observadas em outros países (Landes et al., 1971; Bernard et al., 1988; Owens e Sams, 1997), ainda não foram estabelecidas para as condições brasileiras.

Assim, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar o comportamento do processo de *rigor mortis* do peito e coxa em carcaças frigorificadas de perus; determinar o valor de pH e do comprimento de sarcômero da coxa e peito e suas mudanças durante a retirada do calor sensível das carcaças na câmara de resfriamento, logo após a sangria e controlar a maciez das carnes por meio da análise instrumental (força de cisalhamento).

Material e métodos

Foram escolhidos ao acaso seis perus machos, da linhagem British United Turkeys of America, com 124 dias de vida e peso vivo médio de 16,1kg. Os perus foram abatidos em matadouro sob Inspeção Federal em Carambeí, PR após os cuidados *ante mortem* que neste caso incluía o período de repouso, jejum e dieta hídrica de 12 horas antes do abate. Para o abate, os animais foram dependurados em nória mecanizada, insensibilizados, sangrados, estimulados eletricamente, eviscerados e as carcaças foram destinadas à câmara de resfriamento (2,3°C – temperatura média do ar), conforme a portaria 210 (Brasil, 1998). As carcaças foram conduzidas devidamente identificadas para a câmara frigorífica, na qual foi realizada a tomada de temperatura das carcaças com um termômetro e determinação do pH com potenciômetro Handylab 1- Schott, utilizando uma solução homogeneizada com 10g da amostra em 100mL de água destilada, nos intervalos de tempo de 0,25h; 1,5h; 2,5h; 6,0h e 18,5h após a sangria.

De cada carcaça foram colhidas duas amostras, nos mesmos intervalos supracitados, da coxa e do peito para determinação do comprimento de sarcômero. Com auxílio de pinça e bisturi foram retiradas amostras de aproximadamente 2,5cm de comprimento por 1,5cm de largura e 0,5cm de espessura, previamente fixadas por garras metálicas. As garras tinham o objetivo de manter o músculo em condições em que se

encontrava na carcaça, evitando contração ou distensão das fibras após sua retirada. As amostras foram colhidas e identificadas com o número da carcaça, hora da colheita e nome do corte para a confecção de lâminas histológicas. Em seguida foram colocadas em frascos plásticos de boca larga contendo formalina tamponada 10% (250 mL). Após a fixação as amostras foram clivadas, desidratadas, clarificadas, incluídas em parafina e seccionadas em um micrômetro (Pika – Seiko) com espessura de 5 micra. Os cortes histológicos foram corados com Hematoxilina Eosina segundo a técnica recomendada por Behmer et al. (1976).

As lâminas foram lidas utilizando a microscopia óptica (Microcópico Nikon com luz visível em objetiva de imersão) segundo a técnica recomendada por Sloss e Kemp (1978). Este método é baseado na contagem de 10 sarcômeros de dez miofibrilas diferentes, com a mensuração do sarcômero sendo feita por uma ocular milimetrada com uma escala de 10 micrômetros. A média obtida foi multiplicada pelo fator de correção da objetiva de imersão (fator encontrado de 0,8 μ) e o valor expresso em micrômetros (μ).

Para a análise de força de cisalhamento utilizou-se a técnica descrita por Kerth et al. (1995), onde foram colhidas amostras de aproximadamente 250g da coxa e do peito nos intervalos supracitados. Essas amostras foram devidamente identificadas, embaladas e cozidas até a temperatura interna de 70°C, resfriadas e acondicionadas em caixa de isopor, sendo transportadas até o Laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Nesse Laboratório, posteriormente foram retirados sete cilindros de cada amostra de 1,27cm de diâmetro e cisalhados ao meio na máquina “Warner-Bratzler Meat Shear Force – modelo 3000”.

Para a comparação dos valores obtidos utilizou-se a análise de variância (delineamento inteiramente casualizado e fatorial); o teste de Tukey ao nível de 5% de significância e a tendência de correlação linear de Pearson, empregando o programa SAS Institute (SAS, 1985).

Resultados e discussão

No presente trabalho, os valores de temperatura da câmara fria foram de 32,3°C (0,25h), 2,3°C (1,5h), 0,4°C (2,5h), - 0,3°C (6,0h) e - 0,5°C (18,5h). A análise estatística revelou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores médios das temperaturas das carcaças, ocorrendo um declínio linear de 40,83°C até atingir 2,40°C no período de 18,5h após o abate. Os valores médios encontrados na determinação de pH dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* foram de 6,39 \pm 0,19 e 6,15 \pm 0,08 com 0,25 horas, 6,20 \pm 0,21 e 5,88 \pm 0,15 com 1,5 horas, 6,08 \pm 0,13 e 5,78 \pm 0,10 com 2,5 horas, 5,98 \pm 0,11 e 5,68 \pm 0,01 na 6ª hora e 5,91 \pm 0,11 e 5,59 \pm 0,08 com 18,5 horas, respectivamente. As comparações realizadas pelo teste de Tukey revelaram não existir diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores médios de pH no músculo *Gastrocnemius* nos intervalos de tempo de 0,25 horas e 1,5 horas e no músculo *Pectoralis* nos intervalos 1,5 horas e 2,5 horas após a sangria (Figura 1). Os valores médios de pH obtidos no presente estudo concordam com os observados por Alvarado e Sams (2000a), que encontraram pH inicial de 6,33 \pm 0,01 no músculo *Pectoralis* de perus e por Ma e Addis (1973) que verificaram um pH médio inicial de 6,20 \pm 0,2. Da

mesma forma, Lesiak et al. (1996) estudaram as alterações *post mortem* em coxa e peito de perus e obtiveram pH inicial de 6,44 para a coxa e 6,27 para o peito e pH final de 5,65 e 5,50 e concluíram que a temperatura de armazenamento e o tempo de estocagem influenciaram significativamente a queda do pH *post mortem*. O mesmo não se pode dizer do trabalho de Molette et al. (2003), que estudando as alterações *post mortem* de 15 perus no músculo *Pectoralis major*, verificaram que a temperatura de armazenamento não teve efeito sobre as mudanças de pH, mas as médias iniciais (10 min.) de $6,24 \pm 0,03$ (4°C); $6,25 \pm 0,03$ (20°C); $6,24 \pm 0,03$ (40°C) concordam com os trabalhos citados anteriormente.

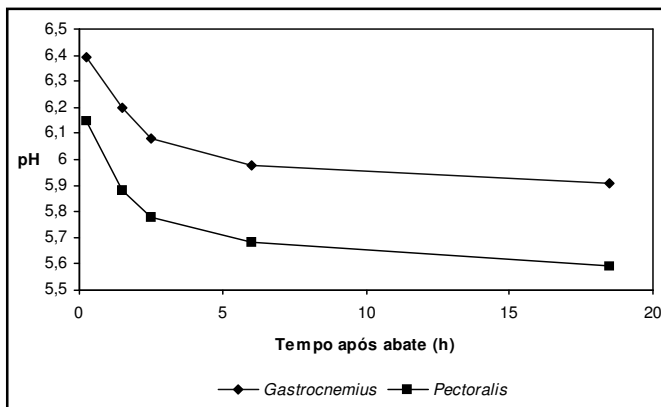


Figura 1: Variação dos valores médios de pH dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* de seis carcaças de perus, nos diferentes tempos após abate, durante o resfriamento industrial no Matadouro Frigorífico da Perdigão Agroindustrial S.A., Carambeí, PR, 2004.

Ao estudar as mudanças estruturais nos músculos durante o processo de *rigor mortis* observou-se contração máxima em ambos músculos com 0,25 horas após a sangria, ou seja, o *Gastrocnemius* 1,59 μm e o *Pectoralis* 1,61 μm (Figura 2).

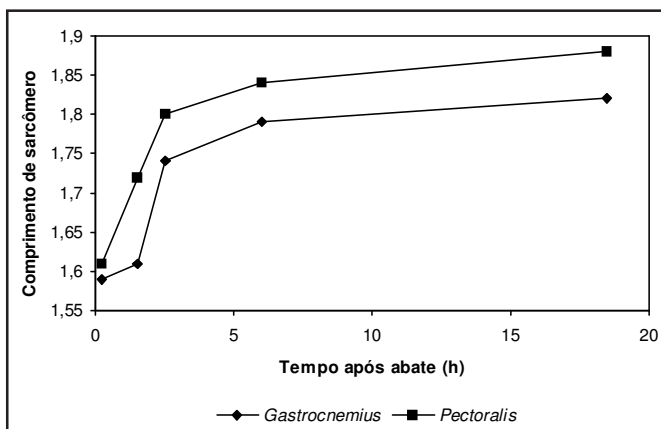


Figura 2: Variação dos valores médios do comprimento de sarcômero dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* de seis carcaças de perus, nos diferentes tempos após abate, durante o resfriamento industrial no Matadouro Frigorífico da Perdigão Agroindustrial S.A., Carambeí, PR, 2004.

Com 18,5 horas os músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* apresentaram maior comprimento de sarcômero, respectivamente 1,82 μm e 1,88 μm . Na comparação dos valores

médios do comprimento de sarcômero no músculo *Gastrocnemius* não houve diferença significativa nos intervalos de tempo de 0,25h e 1,5h, 2,5h e 6,0h, 2,5h e 18,5h e 6,0h e 18,5h. Em relação ao músculo *Pectoralis* não houve diferença significativa ($p > 0,05$) nos intervalos de tempo de 2,5h - 6,0h; 2,5h - 18,5h, 6,0h - 18,5h. As fotomicrografias do músculo *Pectoralis* mostram a variação do tamanho de sarcômero durante o desenvolvimento do processo de *rigor mortis* de 1,61 μm (0,25h), de 1,80 μm (2,5h) e de 1,88 μm (18,5h) após a sangria (Figura 3).

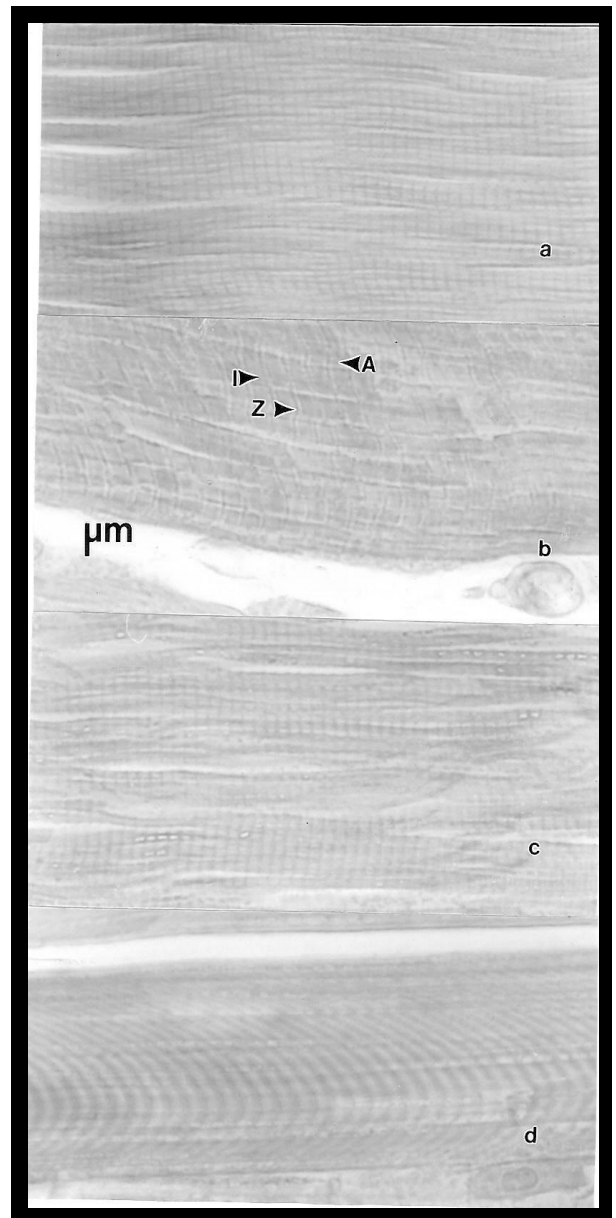


Figura 3: Fotomicrografias ópticas do músculo *Gastrocnemius* (G) e *Pectoralis* (P) durante o resfriamento industrial mostrando as bandas A, I e disco Z (aumento de 1000 vezes), fixado com formalina tamponada neutra e corado com hematoxilina fosfotúngsta de Mallory: a) músculo G aos 15 minutos após a sangria e b) com 18,5 horas após a sangria; c) músculo P aos 15 minutos após a sangria e d) com 18,5 horas após a sangria.

A velocidade das mudanças bioquímicas que ocorrem no *post mortem* é influenciada pela temperatura e importante nas características sensoriais da carne. Desse modo, foram encontrados em carcaças de perus resfriadas a 0°C por 4 horas, tamanho de sarcômero de 1,89 µm no músculo *Pectoralis* (Mckee e Sams, 1998). O valor encontrado está em concordância com o presente estudo (1,88 µm). Em trabalho semelhante (Lesiak et al., 1996) observaram um tamanho de sarcômero de 1,63 µm no músculo *Pectoralis* de perus a 0°C em 4 horas. Esses valores discordam dos encontrados nesta pesquisa, provavelmente em virtude da mensuração ter sido realizada com o músculo desossado e sem o adequado anteparo para evitar o seu encurtamento.

A velocidade das mudanças bioquímicas que ocorrem no *post mortem* é influenciada pela estimulação elétrica. Desse modo, Owens e Sams (1997) encontraram em carcaças de perus estimulados eletricamente (570 v, 450 mA, 60 Hz) durante 2 segundos, tamanho de sarcômero de 1,78 µm no peito de carcaças estimuladas e 1,66 µm em carcaças não estimuladas 2 horas após o abate. Esses resultados concordam com os valores de 1,72 µm em 1,5 horas e 1,80 µm em 2,5 horas no músculo *Gastrocnemius* do presente trabalho, em concordância Alvarado e Sams (2000a) descreveram que a aceleração do metabolismo muscular retarda o processo do *rigor mortis* e ajuda a evitar o encurtamento pelo frio que pode ocorrer durante o resfriamento das carcaças, provavelmente devido à deficiente reserva de energia capaz de promover a contração do músculo.

Os valores médios de força de cisalhamento encontrados para o músculo *Gastrocnemius* foram de: 9,50 kg (0,25h), 8,90 kg (1,5h), 7,85 kg (2,5h), 7,07 kg (6,0h) e 6,23 kg (18,5h) e para o músculo *Pectoralis* foram de 10,30 kg (0,25h), 9,50 kg (1,5h), 7,94 kg (2,5h), 7,08 kg (6,0h) e 6,45 kg (18,5h). Resultados semelhantes foram relatados por Alvarado e Sams (2000a) que encontraram valores de 7,75 kg a 13,61 kg no músculo *Pectoralis* de perus não estimulados eletricamente e de 7,19 kg a 16,22 kg no mesmo músculo de perus estimulados. Valores de 7,31 kg a 9,69 kg foram descritos para o músculo *Pectoralis* (Mckee e Sams, 1998) e valor médio de 8,04 kg em carcaças estimuladas foram descritos para o músculo *Pectoralis* 2 horas após o abate dos animais (Owens e Sams, 1997), concordando com a força de cisalhamento observada no presente estudo (7,94 kg). Por outro lado, valores maiores (12,13 kg a 13,42 kg) foram encontrados no músculo *Pectoralis* de frangos não estimulados (Alvarado e Sams, 2000b). Esses resultados maiores de força de cisalhamento podem ser explicados pelo fato que em carcaças não estimuladas o processo do *rigor mortis* é mais lento, resultando num maior comprimento de sarcômero e menor maciez do músculo (Owens e Sams, 1997). De acordo com Alvarado e Sams

(2000a) os dois músculos estudados podem ser considerados como macios, pois apresentaram a força de cisalhamento próximo de 6,0 kg.

Os testes de correlação demonstraram média correlação linear negativa entre temperatura da carcaça e tempo após abate ($r = -0,69$) e alta correlação negativa entre pH e tempo após abate para os músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* ($r = -0,78$ e $r = -0,76$, respectivamente). Observou-se, ainda, alta correlação linear positiva entre tempo e comprimento de sarcômero dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* ($r = 0,77$ e $r = 0,76$); correlação linear negativa alta entre pH e comprimento de sarcômero dos músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* ($r = -0,96$ e $r = -0,99$). Observou-se, também, correlação negativa alta entre temperatura das carcaças e comprimento de sarcômero para os músculos *Gastrocnemius* e *Pectoralis* ($r = -0,93$ e $r = -1,00$). Os valores médios obtidos em cada tempo após o abate estão representados em modelos gráficos (Figuras 1 e 2).

A perda de peso por cocção nos diferentes intervalos de tempo caracterizou-se como significativamente menor ($p < 0,05$) na primeira verificação (0,25 horas) para ambos os músculos, sendo 25,52% para *Gastrocnemius* e 22,33% para *Pectoralis*, aumentando até o final do processo de *rigor mortis*, atingindo 31,61% e 28,38%, na mesma ordem. Assim como Papinaho e Fletcher (1996) para *Pectoralis major* de frangos, relataram perda de 25,0% em 0,2 horas e 31% em 24 horas *post mortem*. Em concordância, Alvarado e Sams (2000b) encontraram 20,37% no início (0,25h) e 32,55% no final do *rigor mortis* (24 horas) para essa medida de qualidade da carne de frangos. Resultados inferiores foram relatados por Owens e Sams (1997) que determinaram média de perda por cozimento de 18 peitos de perus de 10,87% sendo correspondente ao período de 2 horas *post mortem*, 11,04% nas 8 horas e 13,91% em 24 horas *post mortem*, provavelmente devido a maior capacidade de retenção de água da carne dessas aves.

Conclusões

As quedas da temperatura e do pH das carcaças de perus durante o resfriamento industrial acompanharam o desenvolvimento normal do processo de *rigor mortis*;

A contração máxima durante o processo de *rigor mortis*, caracterizada pelo menor comprimento de sarcômero e maior força de cisalhamento, se estabeleceu 15 minutos após sangria nos dois músculos estudados;

A maciez desses músculos foi inversamente proporcional ao comprimento de seus sarcômeros, acompanhando o processo normal de resolução do *rigor mortis*, sendo maior no músculo *Pectoralis* (carne dura) e menor no músculo *Gastrocnemius* (carne macia).

Agradecimentos

Ao CNPq e à Perdigão Agroindustrial S.A., Carambeí, PR.

Referências

ALVARADO, C. Z.; SAMS, A. R. *Rigor mortis* development in turkey breast muscle and the effect of electrical stunning. *Poultry Science*, v. 79, p. 1694-1698, 2000a.

ALVARADO, C.Z.; SAMS, A.R. The influence of postmortem electrical stimulation on *rigor mortis* development, calpastatin activity, and tenderness in broiler and duck. *Poultry Science*, v. 79, p. 1364-1368, 2000b.

- ANTUNES, R. Abrindo caminhos. *Revista Avicultura Industrial*. v. 91, n. 1, 2003.
- BEHMER, O. A.; JORDENS, J. Z.; GRIFFITS, D. T.; BENEZ, S. M. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: EDART – Editora da USP, 1976, 239 p.
- BERNARD, D.M.; ROBERT, J.H.; JOSEPH, G. S.; CUVELIER, M.-E. Effect of antemortem electrical stunning on functional properties of turkey muscle. *Poultry Science*. v. 67, p. 1062-1068, 1988.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves*. Portaria n° 210, de 10 de Novembro de 1998.
- KERTH, C.R.; JOHNSON, L.A.; LUCAS, E. W.; JONES, W.R. Improvement of beef tenderness and quality traits with calcium chloride injection in beef loins 48 hours post mortem. *Journal of Food Science*, v. 73, p. 750-756, 1995.
- KHAN, A.W. Effect of temperature during post-mortem glycolysis and dephosphorylation of high energy phosphates on poultry meat tenderness. *Journal of Food Science*, v. 36, p. 120-121, 1971.
- LANDES, D.R.; DAWSON, L.E.; PRICE, J.F.; SHACCKELFORD, L. A. Protein extractability of turkey breast muscle exhibiting different rates of post-mortem glycolysis. *Journal of Food Science*. v. 36, p. 122-124, 1971.
- LESLIAK, M.T.; OLSON, D.G.; LESIAK, C.A.; AHN, D.U.; KROPF, D.H. Effects of *post mortem* temperature and time on the water-holding capacity of hot-boned turkey breast and thigh muscle. *Meat Science*, v. 43, p. 51-60, 1996.
- LYON, B.G.; LYON, C.E. Sensory descriptive profile relationship to shear values of deboned poultry. *Journal of Food Science*. v. 62, p. 885-888, 1997.
- MA, R.T.I.; ADDIS, P.B. The association of struggle during exsanguinations to glycolysis, protein solubility and shear in turkey pectoralis muscle. *Journal of Food Science*, v. 38, p. 995-997, 1973.
- MCKEE, S.R.; SAMS, A.R. Rigor mortis development at elevated temperature induces pale exudative turkey meat characteristics. *Poultry Science*, v. 77, p. 169-174, 1998.
- MOLETTE, C.; RÉMIGNON, R.; CUNNINGHAM, F.E.; BUCKLEY, D.J. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. *Meat Science*, v. 63, p. 525-532, 2003.
- OWENS, C.M.; SAMS, A.R. Muscle metabolism and meat quality of *Pectoralis* from turkeys treated with postmortem electrical stimulation. *Poultry Science*. v. 76, p. 1047-1051, 1997.
- PAPINAHU, P.A.; FLETCHER, D.L. The effects of stunning amperage and deboning time on early rigor development and breast meat quality of broilers. *Poultry Science*. v. 75, p. 672-676, 1996.
- SAS Institute. *SAS[®] User's guide*: SAS Institute INC. Cary, 1985, 959p.
- SHIMOKOMAKI, M.; ELSDEN, D.F.; BAILEY, A.J.; HEATH, J.L. Meat tenderness: age related changes in bovine intra muscular collagen. *Journal of Food Science*. v. 37, p. 892-896, 1972.
- SLOSS, M.W.B.S.; KEMP, R.L.A.B. *Veterinary clinical parasitology*. 5. ed. Iowa: Iowa State University Press. 1978, 247 p.