

Efeito do atordoamento elétrico e tipo de desossa sobre a ocorrência de carne pálida em frangos de corte¹



Sabrina Endo Takahashi², Ariel Antonio Mendes³, Claudia Marie Komiyama²,
Hirasilva Borba Alves de Souza⁴, Ibiara Correia de Lima Almeida Paz³,
Rodrigo Garófallo Garcia⁶, Joerley Moreira⁷, Augusto Balog Neto⁸, Marcel Manente Boiago⁹

²Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. ³Departamento de Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. ⁴Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil. ⁶Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, MS, SP, Brasil. ⁷Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Diamantina, MG, Brasil. ⁸Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. ⁹Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil.

saendosp@yahoo.com.br

(Recibido: 19 diciembre, 2008; aprobado: 2 marzo, 2008)

RESUMO: Foi realizado um trabalho para avaliar os efeitos do atordoamento elétrico e do tipo de desossa sobre a ocorrência de carne pálida e também para avaliar as demais características de qualidade da carne de peito de frangos de corte. Aos 42 dias de idade, foram amostrados 120 frangos de corte, machos, da linhagem Ross. As aves foram obtidas de uma granja comercial com capacidade para 10.000 animais, criados num mesmo esquema de manejo e alimentação. As características foram avaliadas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, com três tipos de atordoamento elétrico (sem atordoamento, 40V e 90V/alta frequência para ambos - 800Hz), e dois tipos de desossa (imediatamente após o abate e desossa convencional após resfriamento da carcaça), sendo obedecido um tempo de espera de 4 horas para todas os frangos antes do abate. As análises foram realizadas em 10 aves por tratamento, totalizando 60 amostras. Foram avaliados pH, cor, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, capacidade de absorção de água, desnaturação protéica e força de cisalhamento. A utilização de diferentes tipos de atordoamento resultou na obtenção de peitos pálidos, sendo que as aves não atordoadas foram as que apresentaram maior valor de L*. As carcaças que não foram resfriadas tiveram maior perda de peso por cozimento. Nas condições em que foi realizado este experimento, a utilização de diferentes tipos de atordoamento e desossa não influenciou a ocorrência da carne pálida nem as demais características de qualidade.

Palavras chave: PSE, aves, abate, cisalhamento.

Effect of electric stunning and debone procedure on pale meat occurrence in broiler chickens

ABSTRACT: An experiment was conducted in order to evaluate the effect of electric stunning and debone procedure on pale meat prevalence and meat quality characteristics of broiler breast meat. At 42 days 120 male Ross broilers were sampled, which were obtained from a commercial poultry farm with capacity to produce 10,000 broilers, raised under the same management and feeding. Parameters were evaluated in a 3 x 2 factorial scheme arranged in a completely randomized design with three types of electric stunning (none, 40 and 90V/high frequency for both - 800Hz) and two debone procedures (immediately after slaughtering and normal debone after carcass chilling); the waiting time used in the experiment was 4 hours for all chickens. Occurrence analysis was performed on 10 chickens per treatment comprising 60 samples, evaluating pH, color, protein denaturation, exudate loss, water retention and absorption capacity, cooking loss and shear force. The results were submitted to Variation Analysis and afterwards to the Tukey average comparison test for the variables with significant statistic difference, using the GLM (General Linear Models) procedure of the statistics program SAS (SAS Institute, 1996). The use of different types of stunning resulted in pale breast meats and chickens which the electric stunning was not used showed higher L* value. Broiler carcasses which were not chilled showed higher weight loss due to cooking. Based on the conditions in which this experiment was undertaken, electric stunning and debone procedure did not influence pale meat occurrence and meat quality characteristics.

Key words: PSE, poultry, slaughter, shear force

¹ Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, SP, Brasil.

Introdução

A maior parte dos fatores que influencia a qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção. Enquanto a composição é estabelecida durante a vida do animal, outras características são afetadas antes, durante e após o abate. Fatores como idade, sexo, nutrição, método de apanha, transporte, temperatura ambiente e tempo de jejum reconhecidamente afetam a composição da carcaça. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser obtida por meio do uso de diferentes tecnologias de abate e pós-abate, como tempo de resfriamento, tempo e temperatura de maturação, atordoamento elétrico e estimulação elétrica (Kauffman & Marsh, 1987).

A temperatura do tecido muscular e a velocidade do resfriamento pós-abate são fatores importantes para a qualidade final da carne. Como as reações bioquímicas têm velocidades reduzidas em baixa temperatura, o resfriamento rápido imediatamente pós-abate leva a redução na velocidade dos processos de maciez da carne (Uittenboogaart & Reimert, 1994). Em lotes de frangos com pH igual ou maior do que 6,1 aos 15 minutos *post-mortem*, o resfriamento por imersão aplicado 30 minutos após o abate, retarda o desenvolvimento das reações glicolíticas. Comparando peitos de carcaças resfriadas por imersão em água e gelo e peitos não resfriados, Smolinska et al. (1989) verificaram que, em carcaças não resfriadas, o *rigor mortis* pode iniciar-se 1,5 horas ou, quando resfriadas, 3 horas após o abate.

O desenvolvimento do *rigor mortis* no músculo do peito de perus e o efeito do atordoamento elétrico sobre este processo ainda não está bem caracterizado. Têm sido relatados que alguns procedimentos de atordoamento elétrico podem inibir as reações bioquímicas *post-mortem* ou promover maior demora do início do *rigor mortis* em frangos de corte (Alvarado & Sams, 2000). O atordoamento elétrico é amplamente utilizado pelos abatedouros de frango ao redor do mundo. Enquanto que no Brasil e Estados Unidos o atordoamento ocorre sob baixa intensidade de

corrente, na Europa ocorre sob alta intensidade e, por lei, deve levar a morte antes do sangramento. Os processos de atordoamento são geralmente considerados os maiores responsáveis pela incidência de hemorragias em carcaças de frangos, sendo que esta incidência é maior em alta intensidade (Raj et al., 1990).

Alvarado & Sams (2000) avaliaram o desenvolvimento do *rigor mortis* em perus atordoados e não atordoados e verificaram que o pH do músculo reduziu-se em ambos depois de 2 horas *post-mortem*. O valor R aumentou com 8h *post-mortem* para os animais controle e somente com 24 horas para os atordoados. O valor L* aumentou com 1 hora *post-mortem* para as do grupo controle e 2 horas para as aves atordoadas. Os valores de textura para a carne cozida foram reduzidos com 1 hora no controle e 2 horas nos animais atordoados, ambos no *post-mortem*. Os resultados mostram que o atordoamento pode retardar o desenvolvimento do *rigor mortis* em 2 horas *post-mortem*, mas não tem efeito significativo sobre os parâmetros de qualidade da carne medidos após esse tempo.

Somente com o rápido crescimento de produtos industrializados é que problemas observados na textura, coesividade e suculência da carne ficaram mais visíveis. Com isso, a questão do PSE ganhou importância, principalmente com a carne de peru (Ferket et al., 1995; Barbut, 1996; Anthony, 1998 ; Sosnicki et al., 1998) e, mais recentemente, com frangos (Shimokomaki et al., 1997; Barbut, 1997; Olivo et al., 1998; Olivo et al., 1999). Este fenômeno PSE pode ser prognosticado pela combinação das análises de pH e de cor, nos músculos do peito (Swatland, 1995). Em suas pesquisas com carne de peru, Barbut (1993) encontrou correlação entre a medida da cor, pH, capacidade de retenção de água e textura, sugerindo a análise da cor pelo Sistema Hunter L*a*b*, como uma forma rápida e não destrutiva de distinguir a carne PSE. Em continuidade, McCurdy et al. (1996) e Sosnicki et al. (1998) também encontraram a existência de uma relação entre o valor L* e a capacidade de retenção de água. Desta forma, quanto maior for o

valor de L^* , menor será a capacidade de retenção de água, e o peito exibirá uma textura menos macia. Amostras do músculo do peito com um valor de $L^* \geq 49$ apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

Foi realizado um trabalho para avaliar os efeitos do atordoamento elétrico e do tipo de desossa sobre a ocorrência de carne pálida e também para avaliar as demais características de qualidade da carne de peito de frangos de corte.

Material e Métodos

Aos 42 dias de idade, foram amostradas 120 aves, machos, da linhagem Ross. Os animais foram obtidos de uma granja comercial com capacidade

para 10.000 frangos, criados num mesmo esquema de manejo e alimentação. As aves foram conduzidas ao abatedouro experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu (SP).

Os parâmetros foram avaliados segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, com três tipos de atordoamento elétrico (sem atordoamento, 40V e 90V, alta frequência para ambos - 800Hz) com desossa realizada imediatamente após o abate e desossa convencional após resfriamento da carcaça, sendo obedecido o tempo de espera de 4 horas para todos os animais antes do abate. Após o atordoamento, as aves foram submetidas a sangria, escalda, depena, evisceração, corte da carcaça e desossa do peito. As análises de qualidade foram realizadas em 10 peitos por tratamento, totalizando 60 amostras. Foram avaliados, 24 horas *post-*

Tabela 1. Frequência e percentagem do valor L^* (luminosidade) da carne de peito de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de atordoamento.

Valor L^*	Atordoamento					
	Alto		Baixo		Sem	
	Frequência	% de ocorrência dos valores	Frequência	% de ocorrência dos valores	Frequência	% de ocorrência dos valores
43	-	-	1	5,26	-	-
44	1	5,26	1	5,26	3	29,85
45	1	5,26	4	21,05	2	19,9
46	3	15,79	2	10,53	7	69,65
47	1	5,26	1	5,26	4	39,8
48	5	26,32	4	21,05	1	9,95
49	2	10,53	2	10,53	2	19,9
50	4	21,05	1	5,26	0	0
51	1	5,26	2	10,53	1	9,95
52	0	0,00	1	5,26	-	-
53	1	5,26	-	-	-	-
Total	19	100,00	19	100,00	20	100,00

mortem, o pH, cor objetiva, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, capacidade de absorção de água, desnaturação protéica e força de cisalhamento.

O pH foi avaliado utilizando Ph metro acoplado a um eletrodo de penetração diretamente no

músculo *Pectoralis major*. A cor dos filés do peito foi determinada por meio de um colorímetro Minolta CR300 (Konica Minolta), no sistema CIELab, em que foram avaliados o valor L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo). Esses valores foram medidos em três diferentes pontos na superfície ventral e no

Tabela 2. Frequência e percentagem do valor L* (luminosidade) da carne de peito de frangos de corte submetidos a diferentes tipos de desossa.

Valor L*	Desossa			
	Convencional		Quente	
	Frequência	% de ocorrência dos valores	Frequência	% de ocorrência dos valores
43	1	3,45	-	-
44	2	6,90	3	10,34
45	2	6,90	5	17,24
46	5	17,24	7	24,14
47	4	13,79	2	6,90
48	8	27,59	2	6,90
49	3	10,34	3	10,34
50	2	6,90	3	10,34
51	1	3,45	3	10,34
52	1	3,45	0	0,00
53	-	-	1	3,45
Total	29	100,00	29	100,00

meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major*. Essas avaliações foram feitas conforme metodologia proposta por Van Laack et al. (2000). Na literatura, há uma diversidade de valores de L* para caracterizar o que se considera uma carne PSE. No presente trabalho, utilizou-se o valor de L* maior ou igual a 49 para indicar a ocorrência de carne pálida, baseando-se em alguns autores

(Barbut, 1997, 1998 ; Sosnicki, 1998; Fletcher, 1999; Komiyama, 2006) que consideram ser este um parâmetro representativo de alterações nas características de qualidade da carne.

A desnaturação protéica foi realizada segundo o método descrito por Swatland (1995), com base na hipótese de Bendall & Wismer-Pedersen

Tabela 3. Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) da carne de peito de frangos de corte abatidos sob diferentes tipos de atordoamento e desossa.

Parâmetros	Características de qualidade			
	pH	L*	a*	b*
Atordoamento				
Alto	5,71	48,85 A	3,40 C	3,63
Baixo	5,72	47,60 B	4,00 AB	3,71
Sem	5,77	47,51 B	4,27B	3,32
Desossa				
Convencional	5,74	47,89	4,03	3,66
Quente	5,73	48,09	3,75	3,45
CV (%)	2,66	4,86	23,84	38,45
Probabilidade				
Atordoamento	0,2475	0,0165	0,0002	0,4010
Desossa	0,4904	0,6180	0,1086	0,3980
Atordoamento x Desossa	0,1624	0,0031	0,2417	0,2198

Sendo: CV: coeficiente de variação; L*: luminosidade; a*: teor de vermelho; b*: teor de amarelo. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

(1962). Essa técnica mede o grau de desnaturação das proteínas solúveis, como forma indicativa de carne PSE. O percentual de desnaturação foi proporcional ao valor da transmitância. Foram comparadas as diferenças percentuais entre valores obtidos do branco e das amostras.

A capacidade de retenção de água foi realizada segundo metodologia descrita por Hamm (1960).

A determinação é baseada na medição da perda de água liberada quando aplicada uma pressão (10kg/5min) sobre o tecido muscular. A amostra de carne após a pressão foi pesada e, por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem.

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com Roça (1986), cuja metodologia

Tabela 4. Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte abatidos sob diferentes tipos de atordoamento e desossa.

Parâmetros	Características de qualidade				
	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	CRA (%)	DP (%)	CAA (%)
	Atordoamento				
Alto	23,30	3,58	74,49 AB	14,61	64,80
Baixo	20,21	3,04	75,17 A	18,30	64,61
Sem	20,87	2,86	72,17 B	17,50	64,27
	Desossa				
Convencional	19,55 B	2,41 B	74,82	17,27	64,55
Quente	23,17 A	3,83 A	73,14	16,56	64,56
CV (%)	23,40	31,73	13,98	39,31	24,43
	Probabilidade				
Atordoamento	0,1090	0,0597	0,0260	0,2819	0,9919
Desossa	0,0079	0,0001	0,0642	0,5698	0,9887
Atordoamento x Desossa	0,1925	0,0104	0,8813	0,0293	0,5939

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

consiste em pesar 30 g de carne, adicionar 90 mL de água destilada e triturar por 90 segundos em blender. Logo após, foram pesados 35 g da pasta obtida em duplicata e centrifugados a 21-25°C por 15 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante foi coletado e pesado, e a capacidade de absorção foi calculada da seguinte forma: %CAA = $\{[(PP - PC) - PS]/PC\} * 100$, onde: PP = peso da pasta, PC = peso da carne na pasta, PS = peso do sobrenadante.

As amostras de filés íntegros, 24 horas *post-mortem*, embaladas em papel laminado, foram cozidas em uma chapa metálica de dupla face, com aquecimento nos dois lados, pré-aquecida e

regulada para 180°C, até atingir uma temperatura interna de 82 a 85°C. A diferença entre o peso inicial (peito *in natura*) e final (peito cozido) correspondeu à perda de peso por cozimento (Honikel, 1987). Para determinação da força de cisalhamento (maciez), foram utilizadas as amostras usadas para determinação da perda de peso por cozimento, as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Warner-Blatzler, conforme a técnica descrita por Froning et al. (1978).

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e, posteriormente, ao teste de

Tabela 5. Desdobramento da interação entre atordoamento e desossa para valor L* (luminosidade), força de cisalhamento (FC) e desnaturação protéica (DP).

Característica	Atordoamento	Desossa	
		Convencional	Quente
L*	Alto	47,75	49,96 A
	Baixo	48,25	46,96 B
	Sem	47,66	47,36 AB
FC (kgf/cm ²)	Alto	3,38 A	3,76
	Baixo	1,72 Bb	4,12 a
	Sem	2,13 ABb	3,60 a
DP (%)	Alto	18,80a	10,89b
	Baixo	17,73	18,83
	Sem	15,63	19,38

Médias seguidas por letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

comparação de médias de Tukey para as variáveis com diferença estatística significativa, utilizando o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1996).

Resultados e discussão

Na Tabela 1, são apresentadas a frequência e percentagem do valor L* dos peitos de frangos de corte submetidos a diferentes tipos

de atordoamento. O valor L* variou de 43 a 53, com uma percentagem para filés pálidos de 42,10; 31,58 e 29,85, nos tratamentos alto, baixo e sem atordoamento, respectivamente. Essa percentagem encontrada é maior do que a apresentada por Barbut (1997). O autor verificou que a ocorrência de PSE na carne de frangos de corte pode alcançar valores de 28% em diferentes plantas de abate.

Na Tabela 2, são apresentadas a frequência e percentagem do valor L* dos peitos de frangos

Tabela 6. Correlações entre os valores de L*, pH e características de qualidade da carne - força de cisalhamento (FC), desnaturação protéica (DP), capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de absorção de água (CAA) e perda de peso por cozimento (PPC) - de peito de frangos de corte abatidos sob diferentes tipos de atordoamento e desossa.

Variáveis	pH _{24h}	FC	DP	CRA	CAA	PPC
L* _{24h}	-0,4376*	-0,0027 ^{NS}	-0,3754*	0,2556 ^{NS}	-0,4221*	0,0664 ^{NS}
pH _{24h}		0,2333 ^{NS}	0,1411 ^{NS}	-0,4632*	0,5426***	-0,0987 ^{NS}
FC			0,0617 ^{NS}	0,2426 ^{NS}	-0,1251 ^{NS}	0,3930*
DP				-0,1669 ^{NS}	0,3183*	0,0335 ^{NS}
CRA					-0,4411*	0,0987 ^{NS}
CAA						-0,0405 ^{NS}

Sendo: NS: $P > 0,05$; * $P \leq 0,05$, *** $P \leq 0,0001$

de corte submetidos a dois tipos de desossa (convencional e a quente). O valor variou de 43 a 53, com uma percentagem para filés pálidos de 24,14% na desossa convencional e 34,47% na desossa a quente. Porém, a percentagem avaliada é menor que a encontrada por Woelfel et al. (1998) que avaliaram a incidência de PSE na carne de frangos em uma planta comercial. Eles verificaram que aproximadamente 37% de 1751 filés de peito de frangos examinados poderiam ser classificados como pálidos e por exibirem baixa capacidade de retenção de água.

Na Tabela 3, são apresentados os valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) da carne de peito de frangos de corte de acordo com o tipo de atordoamento e desossa. Foram encontradas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tipos de atordoamentos para o valor L* e a* mensurados 24 horas *post-mortem*. As aves que receberam atordoamento com alta voltagem tiveram carnes de peito mais claras e menos vermelhas. Porém, nenhuma amostra apresentou valor L* superior a 49,0, que seria classificado como carne pálida. Não houve efeito da desossa ($P > 0,05$) para as características avaliadas. Houve interação entre os tratamentos para o valor L* (Tabela 5).

Na Tabela 4, são apresentadas perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP) e capacidade de absorção de água (CAA), de acordo com o tipo de atordoamento e desossa. Houve efeito do atordoamento ($P \leq 0,05$) apenas para capacidade de retenção de água sendo que as aves que não foram atordoadas apresentaram menor capacidade de retenção de água (72,17) quando comparado aos tratamentos de eletroneurose com alta e baixa voltagem (74,49 e 75,17, respectivamente). Houve efeito da desossa ($P \leq 0,05$) para perda de peso por cozimento e força de cisalhamento, sendo que desossa a quente proporcionou maior perda de peso ao cozimento (23,17) e, conseqüentemente, ficaram menos macias (3,83).

No desdobramento da interação (Tabela 5), para o valor L*, a desossa a quente associada

ao atordoamento de alta voltagem apresentou filés de cor pálida (49,96) e menor desnaturação protéica (10,89). Porém, estes resultados não são indicativos de carne com características PSE, pois aliado ao valor L* superior a 49 deveria estar associado menor pH e capacidade de retenção de água e alta desnaturação protéica.

Em relação à força de cisalhamento, houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os tipos de desossa para o atordoamento com baixa voltagem e sem atordoamento. Sendo que as aves submetidas ao atordoamento com baixa voltagem e sem atordoamento, os peitos desossados a quente apresentaram maiores valores de força de cisalhamento (4,12 e 3,60, respectivamente) quando comparado a desossa convencional (1,72 e 2,13, respectivamente). Foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os tipos de atordoamento nos peitos submetidos a desossa convencional para a força de cisalhamento. Neste caso, as aves atordoadas com alta voltagem apresentaram maiores valores de força de cisalhamento (3,38) quando comparado ao atordoamento com baixa voltagem (1,72).

Na Tabela 6, são mostradas as correlações entre as características de qualidade de carne. Houve correlação negativa entre o valor L* e o pH, ou seja, à medida que o pH diminui o valor L* aumenta. Resultados semelhantes foram observados por Van Laack et al. (2000), Olivo (1999) e Polidori et al. (2000). Owens et al. (2000) citaram que carnes mais claras apresentam valores de pH baixos, mensurados 1,5 hora *post-mortem*. Se o desenvolvimento do *rigor mortis* está acelerado, resultando em baixos valores de pH, então provavelmente as proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas começarão a desnaturar, resultando em carne pálida.

Assim, este trabalho apresenta como implicações o uso do atordoamento com alta voltagem como método de insensibilização de aves para se conseguir carne de peito mais clara, porém sem prejudicar as demais características de qualidade.

Conclusões

Nas condições em que foi realizado este experimento, a utilização de diferentes tipos de atordoamento e desossa não influenciou as características de qualidade, com exceção da cor. Houve interação entre os tratamentos para essa característica, em que a desossa quente associada ao atordoamento de alta voltagem apresentou valor $L^* \geq 49$. Em relação à incidência, houve mais de 20% de carne pálida em todos os tratamentos, o que demonstra que outros fatores podem estar influenciando essa porcentagem. Porém, os resultados dos demais parâmetros de qualidade não classificam esta carne com indicativa da anomalia PSE.

Referências bibliográficas

- Alvarado, C.Z.; Sams, A.R. *Rigor mortis* development in turkey breast muscle and the effect of electrical stunning. **Poultry Science**. v.79(11), p.1694-1698, 2000.
- Barbut, S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**. v.26, p.39-42, 1993.
- Barbut, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal Animal Science**. v.76, p.455-457, 1996.
- Barbut, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**. v.38, p.355-358, 1997.
- Bendall, J.R.; Wismer-Pedersen, J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. **Journal Food Science**. v.27, p.144-157, 1962.
- Contreras, C.C. Efeitos do transporte no estresse e qualidade da carne de frangos. **Revista Nacional da Carne**. v.279 (Ano XXIV – Maio), p.132, 2000.
- Craig, E.W.; Fletcher, D.L.; Papinaho, P.A. The effects of ante mortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and texture properties of broiler breast meat. **Poultry Science**. v.78, p.490-494, 1999.
- Ferket, P.R.; Qureshi, M.A.; Garlich, J.D.; et al. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. **World Poultry Science**. v.11(2), p.10-15, 1995.
- Fletcher, D.L. Broiler breast meat color variation, pH, texture. **Poultry Science**. v.78, p.1323-1327, 1999.
- Froning, G.W.; Babji, A.S.; Mather, F.B. The effect of presslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**. v.57, p.630-633, 1978.
- Hamm, R. Biochemistry of Meat Hydration. **Advances in Food Research**. v.10(2), p.355-443, 1960.
- Honikel, K.O. **Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles**. In: Evaluation and control of meat quality in pigs. Tarrant PV, Eikelenboom G, Monin G, ed. Martinius Nijhoff, Dordrecht. p. 273-283, 1987.
- Kauffman, R.G.; Marsh, B.B. **Quality characteristics of muscle as a food**. In: The Science of Meat and Meat Products. J.F. Price and B.S. Schweigert (eds.). Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Connecticut. 1987.
- Komiyama, C.M. **Caracterização e ocorrência de carne pálida em frangos de corte e seu efeito na elaboração de produtos industrializados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, 2006.
- McCurdy, R.D.; Barbut, S.; Quinton, M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research Institute**. 77: 169-174, 1996.
- Olivo, R.; Shimokomaki, M.; Fukushima, P.S. Carne PSE em frangos. **Revista Nacional da Carne**. p.252:32-34, 1998.
- Olivo, R. **Carne PSE em frangos**. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 97p. 1999.
- Owens, C.M.; Maththews, N.S.; Sams, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. **Poultry Science**. 79: 553-558, 2000.
- Polidori, P.; Marinucci, M.T.; Fantuz, F.; et al. Pale, soft and exudative (PSE) meat in broiler chickens: characteristics and assessment methods. **Industria Alimentari**. v.39 (390), p.326, 2000.
- Raj, A.B.; Grey, T.C.; Audsely, A.R.; Gregory, N.D. Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers. **British Poultry Science**. v.31, p.725-733, 1990.
- Rathgeber, B.M.; Boles, J.A.; Shand, P.J. Rapid

- postmortem pH decline and delayed chilling reduce quality of turkey breast meat. **Poultry Science**. v.78, p.477-484, 1999.
- Roça, R.O. **Desenvolvimento de fiambres com carne de frango**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986.
- Sams, A.R. Editor. **Poultry meat processing**. Press CRC, Boca Raton LLC, Florida 33431, USA. 2001.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Franco, F.O. **Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E**. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. 2., Campinas, Proceedings. Campinas, p.179, 1997.
- Smolinska, T.; Kopec, W.; Popiel, A. **Effects of salt modified post mortem changes in chicken meat on sausages quality**. In: European WPSA Symposium on the of Poultry Meat, IXth. 22-25 August, Ulmer. Proceedings... Hohenheim: Scholtyssek University Hohenheim. p.191-197, 1989.
- Sosnicki, A.A.; Greaser, M.L.; Pietrzak, M.; et al. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal Muscle Foods**. v.9, p.13-23, 1998.
- Swatland, H.J. **On line evaluation of meat**. Lancaster: technomic, 1995. 343p.
- Uittenboogaart, T.G.; Reimert, H.G.M. Effects of methods of chilling, electrical stimulation and boning time on quality characteristics of chicken broiler breast meat. **Proceedings 40 th IcoMST**, The Hague, The Netherlands. 1994.
- Van Laack, R.L.J.M.; Liu, C.H.; Smith, M.O.; Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**. v.79(7), p.1057-1061, 2000.
- Woelfel, R.L.; Owens, C.M.; Hirschler, E.M.; Sams, A.R. The incidence and characterization of pale, soft and exudative chicken meat in a commercial plant. **Poultry Science**. v.77(suppl. 1), p. 62, 1998.