

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE**

SABRINA ENDO TAKAHASHI

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Botucatu - SP

Julho de 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU**

**OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE**

SABRINA ENDO TAKAHASHI
Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. ARIEL ANTONIO MENDES

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Doutora em Zootecnia.

Botucatu - SP

Julho de 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Takahashi, Sabrina Endo, 1978-
T136o Ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frango de corte / Sabrina Endo Takahashi.
- Botucatu : [s.n.], 2007.
Xiii, 86 f. : gráfs., tabs.
Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2007
Orientador: Ariel Antonio Mendes
Inclui Bibliografia

1. Frango de corte. 2. Carne - Cor. 3. Carne - Qualidade.
4. Ave - Criação. I. Mendes, Ariel Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

.....

Ofereço

A Deus, graças por tudo.

Dedico

**Aos meus pais Mário Yukio Takahashi e Yukie Endo Takahashi pelo
amor sincero e apoio incondicional.**

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes pela orientação, paciência, apoio e colaboração.

À minha grande amiga Claudia Marie Komiyama por todo o apoio, amizade, conselhos, colaboração e companheirismo.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da Bolsa de Doutorado e Auxílio à Pesquisa.

À CAPES, pela concessão da bolsa do Programa de Estágio de Doutorado no Exterior.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao Programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, pela oportunidade, colaboração e apoio.

À Facultat de Veterinària da Universitat Autònoma de Barcelona pela oportunidade da realização do estágio de doutorado.

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça pela amizade, apoio e colaboração.

À Profa. Dra. Hirasilva Borba Alves de Souza e seus alunos da pós-graduação e da graduação pela colaboração e apoio.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Antonio Garcia pela colaboração.

À Profa. Dra. Ana Cristina Barroeta Lajusticia pela amizade, apoio e oportunidade da realização do estágio de doutorado.

À equipe Rodrigo Garófallo Garcia, Joerley Moreira, Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, Renata Rangel Quinteiro Arbex, Augusto Balog Neto pela amizade, apoio e colaboração em todas as etapas deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Produção e Exploração Animal, Solange Aparecida Ferreira de Souza e José Luiz Barbosa de Souza pelo convívio, paciência e colaboração.

Às secretárias de pós-graduação Carmen Silva de Oliveira Pólo e Seila Cristina Cassinelli Vieira pelo convívio e colaboração.

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia, Renato Monteiro da Silva e Maria Conceição Tenori do Carmo pelo convívio e auxílio no laboratório.

Aos funcionários das Fazendas de Ensino, Produção e Pesquisa da FMVZ, Renato Agostinho Arruda, Paulo Sérgio dos Santos, Irene Francisca de Arruda, Paulo Sérgio Luiz, Marcos Rogério Martinioni, Ariovaldo Inácio Primo Júnior, José Carlos dos Santos pelo convívio e colaboração na realização dos abates.

Aos funcionários da Supervisão das Fazendas de Ensino, Produção e Pesquisa da FMVZ, Celso Paulo Martin, Paulo Sérgio dos Santos, Irene Francisca de Arruda, Paulo Sérgio Luiz, Marcos Rogério Martinioni, Ariovaldo Inácio Primo Júnior, José Carlos dos Santos pelo convívio e colaboração.

A todos os amigos da graduação e da pós-graduação pela amizade, colaboração e convívio, principalmente à Luciana Rodrigues, Gil Ignácio Lara Canizares, Igo Gomes Guimarães, Marleide da Costa Silva, Charli Ludtke, Kleber Pelícia, Cleusa Móri, Cristiana Andrighetto, Lizbeth Alendez, William Narvaez Solarte pela amizade e convívio.

À família do Guido Castagnino e da Andréa Langbecker pela amizade e por todos os momentos de apoio e convívio.

Ao grande amigo e eterno companheiro Gilberto Teixeira da Rosa (*in memoriam*).

Ao Celso Toshiro Goto pela amizade, companheirismo, apoio e amor na etapa final deste trabalho.

Enfim, a todos que me ajudaram e colaboraram para que fosse possível a realização dessa conquista.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
INTRODUÇÃO	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 2	7
EFEITO DA LINHAGEM SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE	7
RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 3	26
EFEITO DA DENSIDADE POPULACIONAL SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE	26
RESUMO	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPÍTULO 4	40
EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE O PERÍODO DE CRIAÇÃO SOBRE OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE	40
RESUMO	42
ABSTRACT	43
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
CONCLUSÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
CAPÍTULO 5	56
EFEITO DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE E ASPERSÃO DE ÁGUA ANTES DO ABATE SOBRE OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE	56
RESUMO	58
ABSTRACT	59
INTRODUÇÃO	60
MATERIAL E MÉTODOS	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

CAPÍTULO 6	69
EFEITO DO ATORDOAMENTO ELÉTRICO E TIPO DE DESOSSA SOBRE OCORRÊNCIA DA CARNE PÁLIDA EM FRANGOS DE CORTE	69
RESUMO	71
ABSTRACT	72
INTRODUÇÃO	73
MATERIAL E MÉTODOS	75
RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CAPÍTULO 7	85
IMPLICAÇÕES	85

SUMÁRIO DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

Tabela 1.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 35 dias de idade.....	14
Tabela 2.	Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 35 dias de idade.....	15
Tabela 3.	Desdobramento da interação entre linhagem e sexo para o pH de frangos de corte aos 35 dias de idade.....	16
Tabela 4.	Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens comerciais aos 35 dias de idade.....	17
Tabela 5.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	18
Tabela 6.	Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 42 dias de idade.....	18
Tabela 7.	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 de diferentes linhagens comerciais aos 42 dias de idade.....	19
Tabela 8.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 49 dias de idade.....	20
Tabela 9.	Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 49 dias de idade.....	21

Tabela 10.	Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens comerciais aos 49 dias de idade.....	22
Tabela 11.	Desdobramento da interação entre linhagem e sexo para a capacidade de absorção de água (CAA) de frangos de corte.....	23

SUMÁRIO DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito frangos de corte criados em densidade controle e alta.....	34
Tabela 2.	Valores de L*, a* e b* da carne de peito de frangos de corte criados em densidades diferentes.....	36
Tabela 3.	Valores de pH, força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPC), desnaturação protéica (DP), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte criados densidades diferentes.....	36
Tabela 4.	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 criados em densidades diferentes.....	37

SUMÁRIO DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 3

Gráfico 1.	Frequência do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em densidade controle e alta.....	35
------------	--	----

SUMÁRIO DE TABELAS

CAPÍTULO 4

Tabela 1.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 35 dias de idade.....	48
Tabela 2.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 42 dias de idade.....	49
Tabela 3.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 49 dias de idade.....	50
Tabela 4.	Valor L*, pH, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 35 dias de idade criados em diferentes temperaturas.....	51
Tabela 5.	Valor L*, pH, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade criados em diferentes temperaturas.....	52
Tabela 6.	Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 49 dias de idade criados em diferentes temperaturas.....	53

SUMÁRIO DE TABELAS**CAPÍTULO 5**

Tabela 1.	Características de qualidade da carne de frangos de corte transportados por diferentes distâncias recebendo banho ou não durante o período de espera.....	64
Tabela 2.	Valores de pH da carne de peito de frangos de corte abatidos com diferentes tempos de transporte recebendo banho ou não durante o período de espera.....	65
Tabela 3.	Desdobramento da interação entre distância de transporte versus banho para valor de pH _{15m} , pH _{30m} e pH _{45m} avaliados no filé de peito de frangos de corte.....	65
Tabela 4.	Correlações entre os valores de pH medidos em diferentes tempos e os valores de luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) avaliados no filé de peito de frangos de corte.....	66

SUMÁRIO DE TABELAS**CAPÍTULO 6**

Tabela 1.	Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte submetido8 a s de atordoamento.....	77
Tabela 2.	Valores L* da carne de peito de frangos de corte abatido8 sob d-5frentes tipos de desossa.....	78
Tabela 3.	Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) da carne de peito de frangos de corte abatido8 sob d-5frentes tipos de atordoamento e desossa.....	79
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 abatido8 sob rentes tipos de atordoamento e desossa.....	80
Tabela 5.	Desdobramento da interação entre atordoamento e desossa para valor L*, força de cisalhamento (FC) e desnaturação protéica (DP).....	80
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 abatido8 sob rentes tipos de atordoamento e desossa.....	81

ABREVIATURAS

PSE – Pale, Soft and Exsudative (pálida, mole e exsudativa)

DFD – Dry, firm and dark (escura, seca e dura)

Valor L* - Luminosidade

Valor a* - Teor de vermelho

Valor b* - Teor de amarelo

CRA – Capacidade de retenção de água

CAA – Capacidade de absorção de água

FC – Força de cisalhamento

PPC – Perda de peso por cozimento

PE – Perda de exsudato

DP – Desnaturação protéica

Capítulo 1

Considerações Iniciais

Capítulo 1

Introdução

O Brasil é hoje o maior exportador mundial de frango e ocupa o terceiro lugar no ranking como produtor (USDA/ABEF, 2007). Só em 2006, foram 2,712 milhões de toneladas de carne exportadas. Os alojamentos de matrizes que foram realizados (mais de 38 milhões de cabeças) refletiram na produção de 4,576 bilhões de frangos de corte, com índices de produção de 9.336 milhões de toneladas. Um dos fatores que contribuíram para a melhoria desses índices foi o aumento da comercialização da carne de frangos em cortes e produtos processados, elevando o valor agregado.

Como uma parte significativa dos frangos produzidos é desossada para exportação de filé de peito, anomalias como PSE (carne pálida, mole e exsudativa) causam prejuízos à indústria. Além disso, como produtos industrializados à base de carne de frangos vêm aumentando muito nos últimos anos, é fundamental que o setor tenha informações corretas sobre o problema PSE e saiba reconhecer as características de qualidade dessa carne.

A ocorrência da carne PSE é caracterizada pelo rápido declínio do pH *post-mortem*. As condições do baixo pH quando a temperatura corporal ainda está elevada provoca desnaturação protéica causando coloração pálida e reduzindo as propriedades de capacidade de retenção de água. Em suínos, a existência de carne PSE foi reconhecida há décadas (Wismer-Pedersen, 1959; Lawrie, 1960; Bendall & Swatland, 1988). Mais recentemente, a qualidade PSE em produtos de aves tem sido descrita (Barbut, 1993; Sosnicki, 1995). Entretanto, detalhes sobre as características e causas de PSE em carne de peito de frangos ainda não estão disponíveis na literatura.

Segundo McCurdy *et al.* (1996), a incidência de PSE em carne de perus varia de 5 a 30%. Mckee *et al.* (1998) também verificaram a ocorrência de 21,6% de lotes de perus com carne pálida. Em relação ao frango, Barbut (1997) relatou a ocorrência de 0 a 28%. De acordo com esses autores, a carne dessas aves apresenta comprometimento das suas propriedades funcionais, podendo resultar em produtos industrializados de qualidade inferior. Esses problemas ocorrem principalmente em produtos injetados com salmouras e os cozidos, devido à possível liberação de exsudato e quebra durante o fatiamento.

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 $L^* = 49$ apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

A cor também é provavelmente o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto (Monahan *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 1995; Sanders *et al.*, 1997) e está intimamente relacionada a outras propriedades, tais como pH, capacidade de retenção de água, capacidade emulsificante e à maciez. Na maioria dos casos, a cor pode ser considerada indicadora das condições dessas propriedades. Elas podem ainda afetar o comportamento e determinar as características de manuseio, maciez, suculência, sabor, aspecto, rendimento e custos dos produtos cárneos, além de ser um método rápido e não-destrutivo. Por esses fatores, as indústrias processadoras de carnes tendem a usar o parâmetro cor como indicativo da qualidade de sua matéria-prima.

Uma ampla variedade de coloração de filés de peito de frango, dos extremos de muito pálido a muito escuro, tem sido encontrada nas indústrias de carne de frango em vários países (Barbut, 1997; Fletcher, 1999a,b; Fletcher *et al.*, 2000; Wilkins *et al.*, 2000; Qiao *et al.*, 2001). A falta de uniformidade na cor da carne de frango tem sido considerada como um aspecto negativo da sua qualidade.

Mugler & Cunningham (1972) revisaram muitos dos fatores que afetam a cor da carne de aves, tais como sexo, idade, linhagem, procedimentos de processamento, exposições químicas, temperatura de cozimento, irradiação e condições de congelamento. Todos causaram alterações na cor da carne de aves.

A maior ou menor ocorrência de PSE, relatada na literatura para carne de aves, está relacionada com fatores de estresse antes do abate. Enquanto a composição da carne é estabelecida durante a vida do animal, outras características de qualidade são afetadas antes, durante e após o abate. Fatores como idade, sexo, nutrição, método de apanha dos animais, condições de transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum dentre outros reconhecidamente afetam a composição da carcaça dos animais. Entretanto, a alteração da qualidade pode também ser afetada pelo 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).

Diante dos fatos apresentados anteriormente, este trabalho tem como objetivo avaliar fatores da produção e do manejo pré¹ e pós-abate que podem afetar a ocorrência de carne pálida e também verificar as demais características da qualidade da carne.

Os Capítulos 2 a 6 foram redigidos de acordo com as normas de publicação da revista Brasileira de Ciência Avícola/ *Brazilian Journal of Poultry Science*.

O Capítulo 7 apresenta as implicações do trabalho.

¹ Esta tese é continuidade de uma linha de pesquisa financiada pela FAPESP (processo no. 03/00091-4), também conduzida pela acadêmica Claudia Marie Komiyama, cujo trabalho resultou na dissertação de Mestrado intitulada “Caracterização e ocorrência de carne pálida em frangos de corte e seu efeito na elaboração de produtos industrializados”. Os experimentos realizados no presente trabalho complementam a pesquisa iniciada anteriormente, no sentido de fornecer informações mais completas sobre as causas da ocorrência de carne pálida em frangos de corte.

Referências Bibliográficas

- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.
- Bendall JR, Swatland HJ. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science* 1988; 24:85-126,
- Fletcher D.L. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science* 1999a; 78:1323-1327.
- Fletcher DL. Color variation in commercially packaged broiler breast fillets. *Journal of Applied Poultry Research* 1999b; 8:67-69.
- Fletcher DL, Qiao M, Smith DP. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science* 2000; 79:784-788.
- Kauffman RG, Marsh BB. 1987. 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.
- Lawrie RA. Post mortem glycolysis in normal and exudative longissimus dorsi muscles of the pig in relation to so called white muscle disease. *Journal Compendium Pathology* 1960; 70:273-295.
- Liu Q, Lanari MC, Shaefer DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal Animal Science* 1995; 73:3131-3140.
- Mccurdy RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research Institute* 1996; 77:169-174.
- Mckee SR, Hargis BM, Sams AR. Pale, soft and exudative meat in turkey treated with succinylcholine. *Poultry Science* 1998; 77:356-360.
- Monahan FJ, Asghar A, Gray JI, Buckley DJ, Morrissey PA. Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the colour stability of pork chops. *Meat Science* 1994; 37:205-215.
- Mugler DJ, Cunningham FE. Factors affecting poultry meat color – A review. *World's Poultry Science Journal* 1972; 28(4):400-406.

- Qiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcutt JK. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science* 2001; 80(5):676-680.
- Sanders SK, Morgan JB, Wulf DM, Tatum JD, Williams SM, Smith GC. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. *Journal Animal Science* 1997; 75:2634-2640.
- Sosnicki AA. The domestic turkey: A model of the impact of selection and production practices on meat quality. In: Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. Ouali A, Demeyer DI, Smulders FJM, ed. ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands. 1995, p. 363-380.
- Sosnicki AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. *Journal Muscle Foods* 1998; 9:13-23.
- Swatland HJ. On line evaluation of meat. 1995; Lancaster: technomic, 343p.
- USDA – United States Department of Agricultura/ABEF – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. 2007.
- Wilkins LJ, Brown SN, Phillips AJ, Warris PD. Variation in color of broiler breast fillets in UK. *British Poultry Science* 2000; 41(3):308-312.
- Wismer-Pedersen J. Quality of pork in relation to rate of pH change post mortem. *Food Research* 1959; 24:711-726.

CAPÍTULO 2

Efeito da linhagem sobre a ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

**EFEITO DA LINHAGEM SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE***

Autores:

¹Sabrina Endo Takahashi

²Ariel Antonio Mendes

¹Claudia Marie Komiyama

³Hirasilva Borba Alves de Souza

¹Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

⁴Rodrigo Garófallo Garcia

⁵Joerley Moreira

¹Renata Rangel Quinteiro

⁶Augusto Balog Neto

⁷Fábio Roberto Leonel

*Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

¹Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Docente da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

⁵Docente da Universidade Federal de Diamantina, MG.

⁶Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

⁷Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Processo 03/12466-2

Efeito da linhagem sobre a ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

Resumo

O objetivo do presente estudo foi verificar a ocorrência da carne pálida em diferentes linhagens de frango de corte e também avaliar as demais características de qualidade de carne. Foram utilizados 1440 pintos de corte de um dia, sexados, distribuídos segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, com três linhagens (Avian48, Cobb e Hubbard) e dois sexos, com quatro repetições de 60 aves cada, totalizando 24 parcelas experimentais. As aves foram criadas sob as mesmas condições de manejo e alimentação. Aos 35, 42 e 49 dias de idade, foram retiradas 48 aves no total em cada abate para avaliação da ocorrência de carne pálida e determinações das características de qualidade da carne do peito, como pH, cor, desnaturação protéica, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água, perdas por cozimento e força de cisalhamento. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e, posteriormente, ao teste de 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). Nas condições em que foi realizado este experimento, as diferentes linhagens não apresentaram diferenças com relação às características de qualidade de carne. Os machos apresentaram um valor de pH maior em comparação com as fêmeas em todas as idades estudadas. Com relação à coloração da carne, em todas as idades, as carnes de peito não apresentaram valores superiores à L*49,0, que os classificariam como pálidas, ou seja, a cor variou de normal à escura independente da linhagem, indicando, desta forma, que a linhagem não influenciou a ocorrência de carne pálida nem as demais características de qualidade.

Palavras-chave: carne, cor, frango e linhagem.

Effect of strain on the occurrence of pale meat and characteristics of the meat quality of broiler chicken

Abstract

The objective of this study was to verify the occurrence of pale meat in different commercial strains of broiler chickens and also to evaluate the other characteristics of meat quality. We used 1440 one day old chicks, male and female, distributed in a completely randomized design in an factorial 3 x 2, with 3 strains (Avian48, Cobb e Hubbard) and 2 genders, with four repetitions of 60 chickens each, in a total of 24 experimental parcels. The chickens were raised under the same handling and feeding conditions. When the chickens were 35, 42 and 49 days old, we removed 48 of them in total in each slaughter for evaluating the occurrence of pale meat and determining the characteristics of their breast meat quality, such as pH, color, protein denaturation, exsudate loss, capacity of water retention and absorption, losses for cooking and shearing strength. The results were submitted to the 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). Under this experiment's conditions, the different lineages didn't present any differences related to the characteristics of the meat quality. The males presented a higher pH value comparing to the females in all the ages studied. About the meat coloring, in all ages, the breast meat didn't present values higher than $L^*49,0$, which would be considered pale – that means that the color changed from normal to dark independently of the lineage, indicating that the lineage didn't influence the occurrence of pale meat and the other quality characteristics.

Keywords: meat, color, chicken and lineage.

Introdução

Os principais atributos de qualidade da carne são sua aparência, textura, suculência, sabor e funcionalidade. Destes, os tradicionalmente mais importantes têm sido a aparência e maciez, sendo as características que mais influenciam na satisfação do consumidor com relação ao produto (Monahan *et al.*, 1994; Liu *et al.*, 1995; Sanders *et al.*, 1997). Com o aumento crescente das tendências de processamento, a funcionalidade da carne e todos os atributos de qualidade sensoriais passaram a ter uma maior importância relativa. É necessário um conhecimento básico sobre os fatores de produção e processamento que influenciam esses atributos - especialmente cor e maciez - para produzir consistentemente produtos de alta qualidade. Os dois problemas mais comuns são o PSE (carne pálida, mole e exsudativa) e o DFD (carne escura, dura e seca), sendo ambas resultantes do metabolismo *post-mortem*. A condição PSE é muito mais importante economicamente por ser imprópria para o processamento de produtos industrializados.

Esse 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^* 49 apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

Até o presente momento, não há comprovação se existe alguma relação entre as linhagens de frangos de corte e a ocorrência de carne PSE, como observado em suínos. Entretanto, pode-se imaginar que a intensa atividade na seleção das linhagens, pela necessidade econômica de se abater aves em menor tempo de vida, com rápido ganho de peso, possa ter resultado em comportamentos fisiológicos anormais (Anthony, 1998; Pollock, 1999).

Berri *et al.* (2001), avaliando parâmetros de qualidade da carne (pH, cor, perda de exsudato) entre quatro linhagens (uma experimental, uma comercial selecionada para maior peso corporal, uma para rendimento de peito e uma controle), verificaram

que a seleção comercial e experimental reduziram o conteúdo de pigmentos heme, o que explica porque a carne de peito de aves selecionadas estava mais pálida e menos vermelha e apresentou menor velocidade de declínio do pH *post-mortem*.

Bihan-Duval *et al.* (2001), avaliando correlações genéticas entre parâmetros de qualidade da carne de peito, verificaram que a velocidade e extensão de queda do pH parecem ser controladas por diferentes genes, devido à baixa correlação genética

(teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo), e foram medidos em três diferentes pontos na superfície ventral e no 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; Sosnicki 1998, Fletcher, 1999 e 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 (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 perda de exsudato foi baseada nos métodos adotados por Northcutt *et al.* (1994) e por Dirinck *et al.* (1996). As amostras de peitos íntegros foram extraídas da carcaça 24 horas *post-mortem* e mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico permeável a 3 °C por 72h. O percentual de perda de exsudato foi calculado com base no peso inicial e final dos peitos.

A capacidade de retenção de água foi realizada segundo a 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 percentagem.

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com Roça (1986) cuja metodologia consiste em pesar 30g de carne, adicionar 90mL de água destilada e triturar por 90 segundos em blender. Logo após, foram pesados 35g da pasta obtida em duplicata e centrifugados a 21-25°C por 15 minutos a 3000rpm. 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 dos

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 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 as frequências e percentagem do valor L* das diferentes linhagens aos 35 dias de idade. A luminosidade da carne de peito variou de 40,0 a 49,0. Com relação às linhagens, a Hubbard foi a única que teve valores maiores que 46, com apenas uma amostra pálida ($L^* \geq 49,0$) e com uma percentagem de 62,50 de amostras apresentando coloração normal. A Avian 48 apresentou 43,75% e a Cobb 25%.

Tabela 1. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 35 dias de idade.

Valor L*	Linhagem					
	Avin 48		Cobb		Hubbard	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
40	-	-	1	6,25	-	-
41	-	-	2	12,50	1	6,25
42	1	6,25	4	25,00	1	6,25
43	2	12,50	2	12,50	2	12,5
44	6	37,50	3	18,75	2	12,5
45	4	25,00	2	12,50	3	18,75
46	3	18,75	2	12,50	4	25
47	-	-	-	-	0	0
48	-	-	-	-	2	12,5
49	-	-	-	-	1	6,25
Total	16	100,00	16	100,00	16	100,00

Na Tabela 2, são apresentados os valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 35 dias de idade. Não houve efeito significativo da linhagem e sexo para o pH, porém houve interação entre os tratamentos (Tabela 3).

Houve efeito da linhagem para o valor L*, em que as linhagens Avian 48 e Hubbard apresentaram uma carne de coloração normal, e a linhagem Cobb foi diferente das duas linhagens com valor L* baixo, com filés com coloração escura. Qiao *et al.* (2002) relataram que a carne de peito de frango com variação na cor, entre pálido a escuro, tem diferenças significantes em sua composição química. Esses autores concluíram que embora um estresse de curta duração possa contribuir para a maioria das variações de cor, a diferença na composição indica que um estresse de longa duração ou fatores genéticos pode predispor a carcaça a se tornar pálida ou escura. Não houve efeito significativo do sexo para os valores L* avaliados em diferentes tempos. Não houve efeito significativo da linhagem e do sexo para os valores a* nem efeito significativo da linhagem para os valores b*. Houve efeito do sexo para o valor b*, sendo que as fêmeas apresentaram uma carne com maior intensidade de amarelo.

Tabela 2. Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 35 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade			
	pH	L*	a*	b*
	Linhagem			
Avian 48	5,35	44,89 AB	4,04	4,40
Cobb	5,39	43,71 B	4,17	4,29
Hubbard	5,30	45,52 A	4,66	4,12
	Sexo			
Fêmea	5,34	44,81	4,32	4,70 A
Macho	5,35	44,60	4,26	3,83 B
CV (%)	3,12	4,21	18,95	25,26
	Probabilidade			
Linhagem	0,3365	0,0304	0,0903	0,7561
Sexo	0,9247	0,6908	0,8273	0,0070
Linhagem x Sexo	0,0483	0,3416	0,9560	0,0600

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

Houve interação entre linhagem e sexo apenas para o pH (Tabela 3). Entre os machos, a linhagem Avian 48 foi a que apresentou o maior valor. O teste de Duncan foi utilizado apenas neste caso, pois o teste de Tukey não mostrou diferença entre os tratamentos.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre linhagem e sexo para o pH de frangos de corte aos 35 dias de idade.

Parâmetro	Linhagem	Sexo	
		Fêmea	Macho
pH	Avian 48	5,27	5,43 A
	Cobb	5,39	5,39AB
	Hubbard	5,38	5,23 B

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan ($P=0,0283$).

Na Tabela 4, são apresentadas perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) de acordo com a linhagem e sexo aos 35 dias de idade. Não houve efeito significativo da linhagem para as características de qualidade avaliadas. Houve efeito do sexo apenas para perda de exsudato, sendo que as fêmeas apresentaram maior perda em relação aos machos.

Berri *et al.* (2001), avaliando parâmetros de qualidade da carne (pH, cor, perda de exsudato) entre quatro linhagens (uma experimental, uma comercial selecionada para maior peso corporal, uma para rendimento de peito e uma controle), verificaram que as linhagens comercial e experimental reduziram o conteúdo de pigmentos heme, o que explica porque a carne de peito de aves selecionadas foi mais pálida e menos vermelha. Essa mudança de cor não correspondeu à condição PSE, devido às aves selecionadas não terem excessiva perda por gotejamento. Os animais selecionados apresentaram menor velocidade de extensão do declínio do pH *post-mortem*, que foi consistente com o menor potencial glicolítico dos mesmos frangos. De acordo com esse estudo, a seleção tem um impacto negativo sobre a qualidade de carne, apesar de haver evidências de alterações sobre o metabolismo do peito.

Tabela 4. Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens comerciais aos 35 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade					
	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	CRA (%)	DP (%)	PE (%)	CAA (%)
	Linhagem					
Avian 48	22,24	2,12	69,03	7,23	3,27	60,93
Cobb	22,90	2,59	68,55	9,08	3,26	65,31
Hubbard	25,53	1,87	67,48	7,68	3,84	57,04
	Sexo					
Fêmea	22,84	2,11	68,14	7,10	3,80 A	61,22
Macho	24,27	2,28	68,56	8,90	3,11 B	60,97
CV (%)	22,48	39,00	13,14	58,55	24,03	23,92
	Probabilidade					
Linhagem	0,1904	0,0638	0,5634	0,5585	0,0890	0,2879
Sexo	0,3540	0,5090	0,7273	0,2330	0,0065	0,9510
Linhagem x Sexo	0,0869	0,7356	0,8268	0,2356	0,7285	0,8679

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

Na Tabela 5, são mostradas a frequência e percentagem do valor L* (luminosidade) de acordo com as linhagens de frangos de corte aos 42 dias de idade. Todas as amostras avaliadas, independente da linhagem, apresentaram valor $L^* \leq 47$. Esses filés variaram de normais a escuros, não tendo nenhuma amostra pálida. A linhagem Hubbard foi a que apresentou amostras de coloração normal (31,25%), e as demais tiveram apenas amostras escuras, sendo 100% para Avian 48 e Cobb.

Tabela 5. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Valor L*	Linhagem					
	Avian 48		Cobb		Hubbard	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
37	-	-	1	6,25	-	-
38	2	15,38	1	6,25	-	-
39	4	30,77	2	12,5	1	6,25
40	1	7,69	2	12,5	1	6,25
41	4	30,77	3	18,75	1	6,25
42	1	7,69	4	25	2	12,5
43	1	7,69	1	6,25	2	12,5
44	-	-	2	12,5	4	25
45	-	-	-	-	3	18,75
46	-	-	-	-	0	0
47	-	-	-	-	2	12,5
Total	13	100,00	16	100,00	16	100,00

Na Tabela 6, são apresentados os valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 42 dias de idade. Não houve efeito da linhagem para as características avaliadas. Houve efeito do sexo apenas para o valor b*, sendo que as fêmeas tiveram os maiores valores, apresentando carne mais amarela.

Tabela 6. Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 42 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade			
	pH	L*	a*	b*
	Linhagem			
Avian 48	5,70	43,06	4,94	3,87
Cobb	5,72	42,17	4,62	3,63
Hubbard	5,65	43,12	5,32	3,98
	Sexo			
Fêmea	5,69	42,90	4,95	4,21 A
Macho	5,69	42,67	4,97	3,45 B
CV (%)	1,99	4,79	18,06	26,69
	Probabilidade			
Linhagem	0,1972	0,6557	0,1232	0,6671
Sexo	0,8544	0,2590	0,3202	0,0324
Linhagem x Sexo	0,4440	0,8790	0,7975	0,5064

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

Na Tabela 7, são apresentados os valores de 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 de diferentes linhagens comerciais aos 42 dias de idade. Não houve efeito da linhagem e do sexo nas características avaliadas. Para esta idade, os resultados estão de acordo com Bihan-Duval *et al.* (2001), que avaliaram parâmetros de qualidade de carne, confirmaram a hipótese de que a seleção para rápido crescimento não tem efeitos sobre a qualidade da carne de peito. Poole (1999), avaliando o efeito da linhagem e idade sobre o rendimento de filés cozidos de peitos de frangos com 5, 6, 7 e 8 semanas não verificaram efeito das linhagens sobre a maciez. Porém, a idade teve influência sobre os valores de força de cisalhamento. Houve interação entre os tratamentos para a capacidade de absorção de água (Tabela 11).

Tabela 7. 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 de diferentes linhagens comerciais aos 42 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade				
	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	CRA (%)	DP (%)	CAA (%)
	Linhagem				
Avian 48	24,34	5,27	67,75	13,29	34,32
Cobb	22,05	5,94	66,61	10,26	43,00
Hubbard	21,27	5,59	71,25	7,85	34,06
	Sexo				
Fêmea	21,38	5,33	69,29	11,05	38,09
Macho	23,73	5,86	67,12	9,88	36,16
CV (%)	26,57	35,13	15,72	65,46	33,28
	Probabilidade				
Linhagem	0,3611	0,6431	0,1230	0,1457	0,0832
Sexo	0,1901	0,3648	0,1501	0,6010	0,6029
Linhagem x Sexo	0,8475	0,4766	0,6376	0,6068	0,0048

Na Tabela 8, são mostradas a frequência e percentagem do valor L* (luminosidade) da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 49 dias de idade. Os filés analisados tiveram valor L* entre 39 e 48, com nenhuma amostra pálida observada entre as linhagens analisadas. As linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard apresentaram, respectivamente, 31,25%, 37,5% e 43,75% de amostras de cor normal.

Tabela 8. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de diferentes linhagens de frangos de corte aos 49 dias de idade.

Valor L*	Linhagem					
	Avian 48		Cobb		Hubbard	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
39	1	6,25	-	-	2	12,5
40	1	6,25	-	-	0	0
41	1	6,25	1	6,25	1	6,25
42	3	18,75	6	37,5	1	6,25
43	3	18,75	2	12,5	3	18,75
44	2	12,5	1	6,25	2	12,5
45	2	12,5	4	25	4	25
46	1	6,25	2	12,5	1	6,25
47	0	0	-	-	1	6,25
48	2	12,5	-	-	1	6,25
Total	16	100,00	16	100,00	16	100,00

Na Tabela 9, são mostrados os valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 49 dias de idade.

Houve efeito da linhagem e do sexo para o pH, em que a linhagem Hubbard teve o menor valor e as Avian48 e Cobb os maiores, não ocorrendo diferença significativa entre elas. Os machos apresentaram pH mais alto em relação às fêmeas.

Não houve efeito da linhagem e do sexo para o valor L*, a* e b*, portanto, não houve diferença em relação à cor, pois, como relatado na literatura, o valor L* apresenta correlação negativa com o pH (Bendall & Swtland, 1988 e Swatland, 1995), fato que não foi observado neste trabalho.

Tabela 9. Valores de pH, L* (luminosidade), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) dos filés de peito de frangos de corte, sexados, das linhagens Avian 48, Cobb e Hubbard abatidos aos 49 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade			
	pH	L*	A*	b*
	Linhagem			
Avian 48	6,03 A	43,89	4,58	3,70
Cobb	6,00 A	43,98	4,54	4,13
Hubbard	5,93 B	44,33	5,23	4,61
	Sexo			
Fêmea	5,93 B	44,29	4,85	4,20
Macho	6,04 A	43,83	4,71	4,09
CV (%)	1,41	5,61	18,71	29,36
	Probabilidade			
Linhagem	0,0041	0,8656	0,0623	0,1229
Sexo	0,0001	0,5249	0,6045	0,7531
Linhagem x Sexo	0,5325	0,6769	0,2706	0,5607

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

A Tabela 10 mostra os valores de perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens comerciais aos 49 dias de idade. Não houve efeito da linhagem para perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água. Não houve efeito do sexo para perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.

Houve efeito da linhagem para DP, PE e CAA, sendo que a linhagem Cobb apresentou maior desnaturação protéica e maior capacidade de absorção de água. Em relação ao exsudato, a Hubbard apresentou maior perda e a Cobb menor perda, não diferindo ambas da Avian 48. Houve efeito do sexo para a CRA, PE e CAA, em que as fêmeas apresentaram menor capacidade de retenção de água, menor capacidade de absorção de água e maior perda de exsudato. Esses resultados vão ao encontro dos obtidos por Komiyama (2006). Em seu experimento sobre caracterização de carne pálida, a autora também verificou maior perda de exsudato e menor valor de pH.

A perda de exsudato - que é a consequência do encolhimento *post-mortem* das miofibrilas devido à diminuição do pH - é uma das principais causas da diminuição da qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (Jensen *et al.*, 1998). Após o corte das carcaças, o exsudato torna-se o principal contribuinte para a perda global de água da

carne e, somando ao manejo durante os cortes musculares, esta perda é influenciada pelo método de pendura, tamanho das peças de carne, tempo após o abate e pH final da carne. A determinação do teor de exsudato e da perda de peso por cozimento são mais sensíveis do que a capacidade de retenção de água para avaliações da qualidade de carnes frescas (Northcutt *et al.*, 1994). Nos trabalhos do grupo de Cheah *et al.* (1993; 1995), essa perda é considerada como indicador direto da capacidade de retenção de água. Da mesma forma, Mckee *et al.* (1998) também consideraram a perda de exsudato e a perda por cozimento, como indicadores para a capacidade de retenção de água.

Tabela 10. Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), desnaturação protéica (DP), perda de exsudato (PE) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens comerciais aos 49 dias de idade.

Parâmetros	Características de qualidade					
	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	CRA (%)	DP (%)	PE (%)	CAA (%)
	Linhagem					
Avian 48	24,33	4,72	72,13	5,92 B	2,94AB	34,34 B
Cobb	25,10	4,70	71,73	9,03 A	2,65 B	36,49 A
Hubbard	23,42	5,05	71,41	4,42 C	3,54 A	26,62 C
	Sexo					
Fêmea	23,78	4,50	70,55 B	6,61	3,42 A	26,00 B
Macho	24,78	5,14	72,97 A	6,29	2,66 B	38,96 A
CV (%)	25,64	22,53	9,24	77,07	28,26	35,54
	Probabilidade					
Linhagem	0,7556	0,6059	0,7391	0,0365	0,0181	0,0494
Sexo	0,5856	0,0510	0,0025	0,8286	0,0037	0,0004
Linhagem x Sexo	0,5664	0,1479	0,5800	0,6158	0,9809	0,0383

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

Houve interação entre os tratamentos para a capacidade de absorção de água (CAA) das amostras avaliadas aos 42 e 49 dias de idade (Tabela 11). No desdobramento da interação, a linhagem Hubbard apresentou capacidade de retenção de água nas duas idades de abate.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre linhagem e sexo para a capacidade de absorção de água (CAA) de frangos de corte.

Parâmetro	Linhagem	Sexo	
		Fêmea	Macho
CAA _{42 DIAS}	Avian 48	36,16	32,48 AB
	Cobb	35,90	50,10 A
	Hubbard	42,21	25,90 B
CAA _{49 DIAS}	Avian 48	22,45 b	46,23 Aa
	Cobb	29,99	42,98 AB
	Hubbard	25,57	27,66 B

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

Conclusões

Nas condições em que foi realizado este estudo, as linhagens avaliadas não apresentaram diferenças com relação às características de qualidade de carne. Os machos apresentaram um valor de pH maior comparados às fêmeas. Em relação à coloração, em todas as idades, as carnes não apresentaram valor de L^* superior a 49,0 (se isso tivesse ocorrido, elas seriam caracterizadas como pálidas), variando a cor de normal à escura independente da linhagem. Desta forma, a linhagem não influenciou na ocorrência de carne pálida e nas demais características de qualidade.

Referências Bibliográficas

- Anthony NB. A review of genetic parameters in poultry: Effects to improve meat quality. *Journal Muscle Food* 1998; 9:25-33.
- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.
- Bendall JR, Swatland HJ. A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science* 1988; 24:85-126.
- Bendall JR, Wismer-Pedersen J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal Food Science* 1962; 27:144-157.
- Berri C, Wacrenier N, Millet N, Bihan-Duval E Le. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poultry Science* 2001; 80(7):833-838.

- Bihan-Duval E Le, Millet N, Remignon H. Broiler Meat Quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poultry Science* 1999; 78:822-826.
- Bihan-Duval E Le, Berri C, Baeza E, Millet N, Beaumont C. Estimation of genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in a experimental broiler line. *Poultry Science* 2001; 80(7):839-843.
- Cheah KS, Cheah AM, Lahuchy R, Mojto J, Kovac L. Prediction of meat quality in live pigs using stress-susceptible and stress-resistant animals. *Meat Science* 1993; 34:179-189.
- Cheah KS, Cheah AM, Krausgrill DI. Variations in meat quality in live halothane heterozygotes identified by biopsy samples of m. longissimus dorsi. *Meat Science* 1995; 39:293-300.
- Dirinck P, Winne A, Casteels M, Frigg M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1996; 44:65-68.
- Fletcher D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science*. 78:1323-1327.
- Fletcher DL. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* 2002; 58:131-145.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* 1978; 57:630-633.
- Hamm R. Biochemistry of Meat Hydratation. *Advances in Food Research* 1960; 10(2):355-443.
- Honikel KO. 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. 1987, p. 273-283.
- Jensen C, Lauridsen C, Bertelsen G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends Food Science Technology* 1998; 9:62-72.
- Komiyama CM. 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.
- Liu Q, Lanari MC, Shaefer DM. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal Animal Science* 1995; 73:3131-3140.

- Mccurdy RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research Institute* 1996; 77:169-174.
- Mckee SR, Hargis BM, Sams AR. Pale, soft and exudative meat in turkey treated with succinylcholine. *Poultry Science* 1998; 77:356-360.
- Mollette C, Rémignon H, Babilé R. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. *Meat Science* 2003; 63:525-532.
- Monahan FJ, Asghar A, Gray JI, Buckley DJ, Morrissey PA. Effect of oxidized dietary lipid and vitamin E on the color stability of pork chops. *Meat Science* 1994; 37:205-215.
- Northcutt JK, Foegeding EA, Edens FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast on leg meat. *Poultry Science* 1994; 73:308-316.
- Poole GH, Lyon CE, Buhr JR et al. Evaluation of age, gender, strain and diet on the cooked yield and shear values of broiler breast fillets. *Journal Applied Poultry Research* 1999; 8: 170-176.
- Pollock DL. A geneticist's perspective from within a broiler primary breeder company. *Poultry Science* 1999; 78:414-418.
- Qiao M, Fletcher DL, Smith DP, Northcutt JK. Effects of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. *Poultry Science* 2002; 81(2) 276-280.
- Roça RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986, Campinas.
- Sanders SK, Morgan JB, Wulf DM, Tatum JD, Williams SM, Smith GC. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. *Journal Animal Science* 1997; 75:2634-2640.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Sosnicki AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. *Journal Muscle Foods* 1998; 9:13-23.
- Swatland HJ. 1995. On line evaluation of meat. Lancaster: technomic, 343p.
- Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science* 2000; 79(7):1057-1061.

Capítulo 3

Efeito da densidade populacional sobre a ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

**EFEITO DA DENSIDADE POPULACIONAL SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE
PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE
CORTE ***

Autores:

¹Sabrina Endo Takahashi

²Ariel Antonio Mendes

¹Claudia Marie Komiyama

³Hirasilva Borba Alves de Souza

¹Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

⁴Rodrigo Garófallo Garcia

⁵Joerley Moreira

¹Renata Rangel Quinteiro

⁶Augusto Balog Neto

⁷Marcel Manente Boiago

*Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

¹Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Docente da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

⁵Docente da Universidade Federal de Diamantina, MG.

⁶Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

⁷Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Processo 03/12466-2

Efeito da densidade populacional sobre a ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a ocorrência de carne pálida e as demais características de qualidade de carne de frangos de corte criados em duas densidades diferentes. Para análise dos dados, foi adotado um delineamento em blocos casualizados com duas densidades de criação (12 e 17 aves/m²), lote misto, Ross 308 (n=66, machos). As aves foram obtidas de uma granja comercial criadas num mesmo esquema de manejo e alimentação. Aos 42 dias de idade, foram avaliados o pH, cor, desnaturação protéica, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água, perdas por cozimento e maciez da carne. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e, posteriormente, ao teste de 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). Para as características de qualidade de carne, houve diferença apenas na perda de peso por cozimento e na capacidade de absorção de água, sendo que as aves criadas em alta densidade obtiveram os melhores resultados. A densidade também não influenciou a ocorrência de carne pálida e as condições em que este experimento foi conduzido. Conclui-se que a criação de frangos em alta densidade pode ser uma alternativa viável sem que haja ocorrência de carne pálida e demais prejuízos na sua qualidade.

Palavras-chave: aves, carne, cor e manejo.

Effect of the population density on the occurrence of pale meat and characteristics of the meat quality of broiler chickens

Abstract

An experiment was conducted with the objective of evaluating the occurrence of pale meat and the other meat quality characteristics of broiler chickens raised in two different densities. For analyzing the data, we adopted a completely randomized blocks design with two creation densities (12 and 17 chickens/m²), unsexed, Ross 308 (n=66, male). The chickens were obtained from a commercial poultry farm and they were raised under the same handling and feeding scheme. When they were 42 days old, we evaluated their pH, color, protein denaturation, exsudate loss, capacity of water retention and absorption, losses for cooking and meat softness. The results were submitted to the 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 characteristics of the meat quality showed a difference about the weight loss for cooking and the capacity of water absorption – the chickens created in high density obtained the best results. The density also didn't influence the occurrence of pale meat and in the conditions under which this experiment was conducted we can conclude that raising chickens in high densities can be a viable alternative without the occurrence of pale meat and other damages to its quality.

Keywords: chickens, meat, color and handling.

Introdução

A crescente pressão para redução dos custos na criação de frangos de corte, aliada aos altos gastos com a alimentação e preços baixos pagos pelo frango vivo, tem levado empresas e criadores a aumentar a taxa de lotação como forma de reduzir os custos de mão-de-obra e de investimentos em novos aviários (Lana *et al.* 2001). Apesar do aumento da densidade de criação causar redução no desempenho de frangos de corte (Goldflus, 1997 e Moreira *et al.*, 2001), tal prática possibilita ao produtor aumentar a quantidade de carne produzida por unidade de área (Hellmeister *et al.*, 1998; Stringhini *et al.*, 1998 a,b; Moreira *et al.*, 2001), representando uma alternativa viável para elevar o rendimento produtivo e econômico na criação de frangos de corte.

Com a introdução de linhagens de alto rendimento no mercado brasileiro, o setor teve que rever os critérios de manejo, nutrição e densidade de criação, a fim de maximizar a produtividade e otimizar os custos. Com isso, é fundamental reavaliar os parâmetros de produção já que as linhagens atuais têm exigências diferenciadas. Atualmente, as formas de comercialização e distribuição da avicultura refletem a demanda crescente do consumidor, a fim de atender o mercado de produtos de preparo rápido. Segundo Castillo (2001), a qualidade da carcaça e da carne de frangos é cada vez mais exigida devido a uma série de mudanças no hábito de consumo como, por exemplo, o aumento de cortes e carnes processadas.

Como uma parte significativa dos frangos produzidos é desossada e também destinada para exportação de filé de peito, anomalias como PSE causam prejuízos para a indústria. Além disso, como os produtos industrializados à base de carne de frangos vêm aumentando muito nos últimos anos, é fundamental para o setor ter informações corretas sobre o problema em pauta.

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 estabeleceram 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 mais macia. Amostras do músculo do peito com um valor de L^* 49

apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

A carne de frango com propriedades funcional superiores é mais adequada como matéria-prima para a elaboração de produtos industrializados competitivos, agregando valor ao alimento e aumentando os dividendos do setor. A principal causa relacionada com o desencadeamento do processo da carne PSE é o estresse causado nas aves nos momentos que precedem o abate (Sams, 1999; Owens *et al.*, 2000a,b).

Diante dos fatos apresentados, este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de carne pálida e demais características de qualidade de carne de frangos de corte criados em alta densidade.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dois galpões comerciais de uma agroindústria no Estado de São Paulo, com capacidade para 15.000 aves em cada galpão. Foram utilizados dois galpões diferentes devido às adequações principalmente de equipamentos e de ambiência, que são diferenciados para cada densidade de criação.

Para análise dos dados, foi adotado um delineamento em blocos casualizados com duas densidades de criação (12 e 17 aves/m²), lote misto. Os machos da linhagem Ross 308 foram abatidos aos 42 dias de idade em um abatedouro comercial. (n=66). No período pré-abate, os animais permaneceram em um pátio coberto com banho de aspersão. O atordoamento utilizado nos frangos foi de 35V e 50mA.

As características avaliadas foram medida de pH, cor, desnaturação protéica, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água e perdas por cozimento e textura. Todas essas características foram verificadas 24 horas *post-mortem*, com exceção da cor que foi avaliada 1 e 5 horas *post-mortem* (1^a. e 2^a. leituras, respectivamente).

O pH foi avaliado utilizando pHmetro acoplado a um eletrodo de penetração diretamente no músculo *Pectoralis major*. As determinações foram feitas em diferentes tempos *post-mortem*.

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

A perda de exsudato foi baseada nos métodos adotados por Northcutt *et al.* (1994) e por Dirinck *et al.* (1996). As amostras de peitos íntegros foram extraídas da carcaça 24 horas *post-mortem* e mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico permeável, a $3 \pm 1^\circ\text{C}$ por 72h. O percentual de perda de exsudato foi calculado com base no peso inicial e final dos peitos.

A capacidade de retenção de água foi realizada segundo a metodologia descrita por Hamm (1960). A determinação é baseada na medição da perda de água liberada quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. A amostra de carne de peito após a pressão (10kg/5min) foi pesada e, por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em percentagem.

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com Roça (1986) cuja metodologia consiste em pesar 30g de carne, adicionar 90mL de água destilada e triturar por 90 segundos em blender. Logo após, foram pesados 35g da pasta obtida em duplicata e centrifugados a $21\text{-}25^\circ\text{C}$ por 15 minutos a 3000rpm. 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.

Amostras de filés íntegros, 24 horas *post-mortem*, embaladas em papel laminado, foram cozidas em uma chapa metálica de dupla face, com aquecimento dos 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 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 mostrados os dados de frequência e percentagem das leituras de cor (valor L^*), realizadas na carne de peito de frangos de corte criados em densidade controle e alta. A faixa de valores L^* da carne frangos criados em densidade controle variou de 40 a 50, sendo que a percentagem das leituras de carne consideradas pálidas foi de 3,45%, tendo como parâmetro valores L^* acima de 49. O valor de $L^* \geq 49-52$ é característico da condição PSE em perus e frangos (Barbut, 1997 e 1998; Sosnicki, 1998). Portanto, no presente estudo, filés de peito que apresentaram valores de $L^* \geq 49$ foram considerados pálidos.

A faixa de valores L^* da carne de aves criadas em alta densidade variou de 41 a 50, sendo que a percentagem das leituras de carne de peito consideradas pálidas foi de 2,70%, tendo como parâmetro valores L^* acima de 49. A percentagem de filés escuros foi de 23,39%, ou seja, valor $L^* < 45$. Segundo Contreras (2000), o estresse pré-abate pode ser um importante causador da carne PSE ou DFD. Geralmente, a carne PSE ocorre quando o estresse é agudo e a DFD quando o estresse é crônico. A variável densidade pode ser considerada um estresse crônico, pois esta esteve presente durante todo o período de criação. Por isso, os animais produzidos em alta densidade apresentaram menor percentagem de carne pálida.

Tabela 1. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito frangos de corte criados em densidade controle e alta.

Valor L*	Densidade			
	Controle		Alta	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
40	5	1,92	-	-
41	6	2,30	1	0,34
42	12	4,60	8	2,71
43	22	8,43	19	6,44
44	34	13,03	41	13,90
45	57	21,84	68	23,05
46	62	23,75	78	26,44
47	39	14,94	43	14,57
48	15	5,75	29	9,83
49	6	2,30	6	2,03
50	3	1,15	2	0,67
Total	258	100,0	295	100,0

A percentagem de filés pálidos foi maior nas aves criadas em densidade controle. Isso pode ter ocorrido pelo fato de que a principal causa relacionada com o desencadeamento da carne PSE é o estresse causado nos animais nos momentos que precedem o abate (Sams, 1999. Owens *et al.*, 2000a,b). Situação diferente da alta densidade em que o fator de estresse esteve presente em todo o período de criação da ave e não apenas no pré-abate.

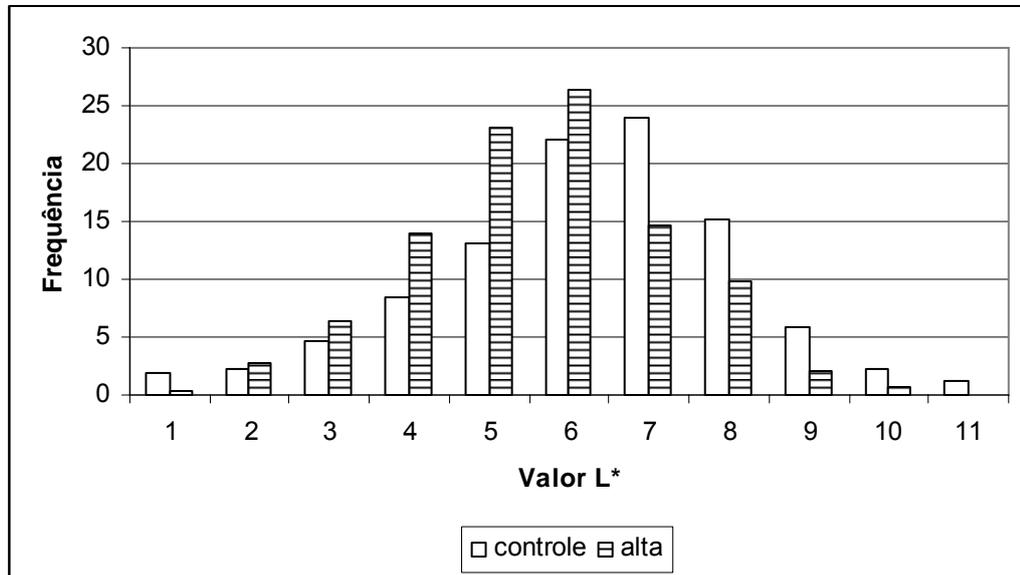


Gráfico 1. Frequência do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em densidade controle e alta.

Na Tabela 2, são mostrados os valores de L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo). Não houve diferença significativa da densidade para as características L* e a* avaliadas, tanto na primeira leitura quanto na segunda leitura. Houve diferença significativa da densidade apenas para o valor b*, sendo que as aves criadas em alta densidade apresentaram uma carne mais amarela em relação às criadas em densidade controle. Os resultados apresentados por Kannan *et al.* (1998) e Mollete *et al.* (2003) não corroboram com os valores acima, uma vez que esses autores não encontraram diferença significativa entre os valores iniciais de a* e b*, mensurados em filés de peito de frangos.

Tabela 2. Valores de L*, a* e b* da carne de peito de frangos de corte criados em densidades diferentes.

Características	Densidade		Probabilidade	CV (%)
	Controle	Alta		
1ª. Leitura				
L*	46,95	47,34	0,3636	3,73
a*	3,68	3,48	0,2763	20,87
b*	5,08b	8,27 ^a	0,0001	21,91
2ª. Leitura				
L*	47,69	47,68	0,9804	4,51
a*	3,63 ^a	3,26b	0,0378	20,43
b*	4,07b	6,52 ^a	0,0001	27,41

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

Na Tabela 3, são apresentados os valores para as características de qualidade de carne avaliadas 24 horas após o abate, de filés de frangos criados em densidades controle e alta. Houve efeito significativo da densidade para PPC e CAA. As aves criadas em alta densidade apresentaram menor perda de peso por cozimento e maior capacidade de absorção de água.

Tabela 3. Valores de pH, força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPC), desnaturação protéica (DP), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte criados densidades diferentes.

Características	Densidade		Nível de Significância	CV (%)
	Controle	Alta		
pH	5,38	5,45	0,0783	2,98
FC (kgf/cm ²)	3,89	4,22	0,3413	35,26
PPC (%)	24,08a	19,15b	0,0001	13,76
DP(%)	8,9	11,16	0,1217	55,65
CRA(%)	63,71	64,21	0,3723	6,31
CAA(%)	47,92b	62,76a	0,0009	31,21

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

Na Tabela 4, são apresentadas as correlações entre os valores de L* e pH e características de qualidade de carne. Houve correlação negativa entre o valor L* e o pH. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Owens *et al.* (2000a), Barbut (1996), Van Laack (2000) e McCurdy *et al.* (1996), que reportaram uma correlação negativa entre o pH e valor L*.

Tabela 4. 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 criados em densidades diferentes.

Parâmetros	pH _{24horas}	FC	DP	CRA	CAA	PPC
L*	-0,3650*	-0,0168 ^{NS}	-0,2874*	0,0817 ^{NS}	0,0229 ^{NS}	0,0155 ^{NS}
pH _{24horas}		-0,1047 ^{NS}	0,2671*	0,1221 ^{NS}	0,1757 ^{NS}	-0,2619*
FC			0,0715 ^{NS}	0,2464*	-0,0518 ^{NS}	0,1118 ^{NS}
DP				-0,1349 ^{NS}	0,2343 ^{NS}	-0,2306 ^{NS}
CRA					-0,1766 ^{NS}	0,0834 ^{NS}
CAA						-0,3344*

^{NS}p>0,05, *p≤0,05, **p≤0,0001

Conclusões

A densidade de criação não influenciou na ocorrência de carne pálida e nas condições em que este experimento foi conduzido. Conclui-se que a criação de frangos em alta densidade pode ser uma alternativa viável sem que haja ocorrência de carne pálida e demais prejuízos na sua qualidade.

Referências Bibliográficas

- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal Animal Science* 1996; 76:455-457.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.
- Barbut S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry., *Journal Muscle Foods* 1998; 9:35-49,
- Bendall JR, Wismer-Pedersen J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal Food Science* 1962; 27:144-157.
- Castillo, CJC. Qualidade de carcaça e carne de aves. In: I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 2001. São Pedro. Anais...São Pedro: ITAL, 2001, p.79-99.
- Contreras CC. Efeitos do transporte no estresse e qualidade da carne de frangos. *Revista Nacional da Carne* 2000; 279 (Ano XXIV – Maio):132.

- Dirinck P, De Winne A, Casteels M, Frigg M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1996; 44:65-68.
- Fletcher D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science*. 78:1323-1327.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* 1978; 57:630-633.
- Goldflus F; Arika J; Kronka SN *et al.* Efeitos da densidade populacional e da energia sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 1997; 26(2):310-315.
- Hamm R. Biochemistry of Meat Hydration. *Advances in Food Research* 1960; 10(2):355-443.
- Hellmeister P, Custódio RWS, Coelho AAD *et al.* Broiler performance when raised in different floor space densities. *Revista Brasileira de Zootecnia* 1998; 27 (1):137-142.
- Honikel KO. 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. 1987, p. 273-283.
- Kannan G, Heath JL, Wabeck CJ, Owens SL, Mench JA. Elevated plasma corticosterone influence the onset of rigor mortis and meat color in broilers. *Poultry Science* 1998; 77:322-328.
- Komiyama CM. 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.
- Lana GRQ; Silva RGC; Valerio SR *et al.* 2001. Efeito da densidade e de programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2001; 30(4):1258-1265.
- Mccurdy RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research Institute* 1996; 77:169-174.
- Mollette C, Rémignon H, Babilé R. Maintaining muscles at a high post-mortem temperature induces PSE-like meat in turkey. *Meat Science* 2003; 63:525-532.

- Moreira J; Mendes AA; Garcia RG *et al.* Efeito da densidade de criação e do nível de energia da dieta sobre o desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola 2001; 3:39.
- Northcutt JK, Foegeding EA, Edens FW. 1994. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science* 1994; 73:308-316.
- Olivo R. Carne PSE em frangos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo; 1999, São Paulo, 97p.
- Owens CM, Mckee SR, Matthews NS, Sams AR. The development of pale, exudative meat in two genetic lines of turkeys subjected to heat stress and its prediction by halothane screening. *Poultry Science* 2000a; 79(2):430-435.
- Owens CM, Hirschler EM, Mckee SR, Martinez-Dawson R, Sams AR. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in commercial plant. *Poultry Science* 2000b; 79(4):553-558.
- Roça RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986, Campinas.
- Sams AR. Meat quality during processing. *Poultry Science* 1999; 76 (4):798-803.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Stringhini JH, Arika J, Café MB *et al.* Níveis de metionina+cistina para frangos de corte criados em duas densidades populacionais. I. Desempenho. In: Conferência APINCO'1998 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. Campinas. Anais...Campinas: FACTA, 1998a: 21.
- Stringhini JH, Arika J, Café MB *et al.* Níveis de metionina+cistina para frangos de corte criados em duas densidades populacionais. II. Características de carcaça. In: Conferência APINCO'1998 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. Campinas. Anais...Campinas: FACTA, 1998b: 24.
- Sosnicki AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. *Journal Muscle Foods* 1998; 9:13-23.
- Swatland HJ. 1995. On line evaluation of meat. Lancaster: technomic, 343p.
- Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science* 2000; 79(7):1057-1061.

Capítulo 4

Efeito da temperatura ambiente durante o período de criação sobre ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

**EFEITO DA TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE O PERÍODO DE CRIAÇÃO
SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ***

Autores:

¹Sabrina Endo Takahashi

²Ariel Antonio Mendes

¹Claudia Marie Komiyama

³Hirasilva Borba Alves de Souza

¹Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

⁴Rodrigo Garófallo Garcia

⁵Joerley Moreira

¹Renata Rangel Quinteiro

⁶Augusto Balog Neto

⁷Fábio Roberto Leonel

*Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

¹Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Docente da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

⁵Docente da Universidade Federal de Diamantina, MG.

⁶Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

⁷Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Processo 03/12466-2

Efeito da temperatura ambiente durante o período de criação sobre ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

Resumo

Foi conduzido um experimento em câmaras climatizadas para verificar a ocorrência de carne pálida em frangos de corte criados em diferentes temperaturas ambientais e também avaliar as demais características de qualidade de carne em função das diferentes temperaturas de criação. Foram utilizados 216 pintos de corte de um dia, sexados, da linhagem Hybro, distribuídos em gaiolas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, com três temperaturas de criação (baixa, termoneutra e alta, respectivamente 20°, 24°C e 29°C) e dois sexos, com quatro aves por gaiola e totalizando 72 aves em cada temperatura. Aos 35, 42 e 49 dias de idade, foi retirada uma amostra de uma ave por gaiola, totalizando 18 em cada temperatura e 54 no total em cada abate, para avaliação da ocorrência de carne pálida e determinações das características de qualidade da carne do peito. Foram avaliados pH, cor, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água, perdas por cozimento e textura. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e posteriormente ao teste de 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). De acordo com o valor L^* , independente da temperatura os filés apresentaram variação de escuros a normais, não havendo nenhuma amostra considerada pálida sem que haja ocorrência de carne pálida e demais prejuízos na sua qualidade.

Palavras-chave: aves, carne, cor, manejo.

Effect of environmental temperature on pale meat prevalence and meat quality characteristics of broiler chickens

Abstract

An experiment in environmentally controlled chamber was undertaken aiming to evaluate pale meat prevalence in broiler chicken raised in different environmental temperature. Other meat quality characteristics were performed. 216 sexed chicken of Hybro line were randomly assigned to the pens and followed a 3 x 2 factorial scheme arranged in a completely randomized design with three environmental temperatures (20°, 24°C and 29°C) and two genders. There were four chicken in each pen comprising 72 chickens in each temperature. At 35, 42 and 49 days a sample per pen was collected comprising 18 chicken in each temperature and 54 chickens in each slaughter and evaluation of pale meat prevalence and meat quality characteristics was performed. pH, color, protein denaturation, exsudate loss, water retention and absorption capacity, cooking loss and texture were evaluated. Results were submitted to ANOVA and Tukey multiple range test was used to compare treatments. It was used the GLM (general Linear models) procedure of SAS (SAS Institute, 1996). According to L*, independent of temperature chicken fillet presented variations from dark to normal colors indicating no prevalence of pale meat in samples and without affect meat quality characteristics.

Keywords: broiler, meat, color, management.

Introdução

Altas temperaturas geralmente reduzem o consumo de alimento prejudicando o desempenho dos frangos. Já as temperaturas baixas podem melhorar o ganho de peso, porém com a piora da conversão alimentar. Nesse sentido, a condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível, uma vez que pode afetar o metabolismo com conseqüente efeito sobre a produção animal. Assim, para se obter melhor desempenho produtivo na avicultura, são necessários cuidados na interação entre o animal e o ambiente a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos seja o menor possível (Macari, 2001).

A cor das carnes é um importante atributo de qualidade que influencia diretamente os consumidores na aceitação de seus produtos. Eles normalmente rejeitam produtos cárneos quando a variação da cor é maior do que a esperada (Fletcher *et al.*, 2000; Qiao *et al.*, 2001). A avaliação visual da aparência de um alimento precede a de outros atributos como aroma, sabor e textura. Dessa forma, a cor tem sido considerada como um atributo primário da qualidade. Um produto em excelentes condições pode ser rejeitado com base na sua avaliação visual, e os outros atributos não serem avaliados (Calvo, 1996).

Como uma parte significativa da carne de frango produzida é desossada e destinada para exportação de filé de peito, anomalias como PSE causam prejuízos para a indústria. Além disso, como a produção de industrializados à base de carne de frangos vem aumentando muito nos últimos anos, é fundamental para o setor ter informações corretas sobre o problema em pauta.

A carne PSE desenvolve-se por causa da desnaturação protéica que ocorre quando há um rápido declínio do pH no *post-mortem*, quando a temperatura da carcaça ainda está alta (Penny, 1969; Warris & Brown, 1987; Santos *et al.*, 1994). Fatores *ante* e *post-mortem* como temperatura ambiente (quente e frio), transporte, manejo pré-abate, métodos de insensibilização e regimes de resfriamento podem contribuir para o desenvolvimento do PSE pelo incremento do metabolismo muscular e manutenção da alta temperatura ou ambos (Cassens *et al.*, 1975; Honikel *et al.*, 1987; Offer, 1991; Backstrom & Kauffman, 1995; D'Souza *et al.*, 1998; Maribo *et al.*, 1998 citados por Romão, 2001).

Este fenômeno PSE pode ser prognosticado pela combinação das análises de pH e da 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 $L^* = 49$ apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

Diante dos fatos apresentados, foi conduzido um experimento em câmaras climatizadas com o objetivo de verificar a ocorrência de carne pálida em frangos de corte criados em diferentes temperaturas ambientais e também avaliar as demais características de qualidade de carne em função das diferentes temperaturas de criação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em câmaras climatizadas. Foram utilizados 216 pintos de corte de um dia de idade, sexados, da linhagem Hybro, distribuídos em gaiolas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, com três temperaturas de criação (baixa, termoneutra e alta, respectivamente 20°, 24°C e 29°C) e dois sexos, com quatro aves por gaiola, totalizando 72 em cada temperatura.

Os animais foram alojados e criados em uma mesma câmara (em condições ambientais semelhantes) até os 21 dias de idade. A partir desse momento, foram distribuídas nas três câmaras diferentes, sendo uma alta (29°C), termoneutra (24°) e baixa (20°C). As gaiolas eram equipadas com comedouros tipo calha e bebedouro nipple. A temperatura foi controlada automaticamente por um painel eletrônico. A ração foi fornecida à vontade.

Aos 35, 42 e 49 dias de idade, foi retirada uma amostra de uma ave por gaiola, totalizando 18 em cada temperatura e 54 aves no total em cada abate, para avaliação da ocorrência de carne pálida (cor dos filés) e determinações das características de qualidade da carne do peito.

Foram avaliadas medidas de pH, cor, perda de exsudato, capacidade de retenção e absorção de água, perdas por cozimento e força de cisalhamento. Todas

essas características foram verificadas 24 horas *post-mortem*, com exceção da cor

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 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

Nas Tabelas de 1 a 3, são apresentadas a frequência e percentagem do valor L^* da carne de peito de frangos de corte criados em diferentes temperaturas e abatidos aos 35, 42 e 49 dias de idade.

Aos 35 dias de idade (Tabela 1), em todos os tratamentos, houve uma variação do valor L^* , de 38 a 48, cujos filés apresentaram valores escuros ($L^* < 45$) e normais ($45 \leq L^* \leq 48$). A maior percentagem desses filés é escura. De acordo com a temperatura de criação baixa, termoneutra e alta, a ocorrência foi de 66,68%, 88,89% e 94,44%, respectivamente. Segundo Jones (1992), McCurdy *et al.* (1996) e Barbut (1998), os frangos produzidos em alta temperatura deveriam apresentar valores mais altos de L^* , porém até as aves criadas em temperatura termoneutra tiveram grande percentagem de filés escuros, o que pode significar que outra variável possa ter colaborado para esse fato.

Tabela 1. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 35 dias de idade.

Valor L*	Temperatura					
	Baixa		Termoneutra		Alta	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
38	1	5,56	1	5,56	-	-
39	3	16,67	5	27,78	-	-
40	2	11,11	4	22,22	2	11,11
41	0	0,00	2	11,11	4	22,22
42	1	5,56	1	5,56	4	22,22
43	3	16,67	2	11,11	2	11,11
44	2	11,11	1	5,56	5	27,78
45	3	16,67	0	0,00	1	5,56
46	1	5,56	2	11,11	-	-
47	1	5,56	-	-	-	-
48	1	5,56	-	-	-	-
Total	18	100,00	18	100,00	18	100,00

Aos 42 dias de idade (Tabela 2), os valores de L* não foram maiores que 46. Independente do tratamento, a cor variou de escura a normal, sendo que, nos tratamentos em que a temperatura de criação foi alta e termoneutra, houve apenas amostras com valor L* abaixo de 45, o que significa filés escuros.

Tabela 2. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 42 dias de idade.

Valor L*	Temperatura					
	Baixa		Termoneutra		Alta	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
34	-	-	2	11,11	1	5,56
35	-	-	0	0,00	1	5,56
36	-	-	0	0,00	0	0,00
37	-	-	1	5,56	2	11,11
38	1	5,56	5	27,78	3	16,67
39	2	11,11	4	22,22	1	5,56
40	2	11,11	2	11,11	1	5,56
41	3	16,67	2	11,11	4	22,22
42	1	5,56	0	0,00	2	11,11
43	5	27,78	1	5,56	3	16,67
44	1	5,56	1	5,56	-	-
45	2	11,11	-	-	-	-
46	1	5,56	-	-	-	-
Total	18	100,00	18	100,00	18	100,00

Aos 49 dias de idade (Tabela 3), os valores de L* não foram maiores que 46, mostrando que, independente da temperatura de criação, as aves apresentaram mais de 80% de carne considerada escura (valores de L* menores que 45). Elas não tiveram nenhuma amostra com valores acima de 49, que seriam considerados como carne pálida.

Tabela 3. Frequência e percentagem do valor L* da carne de peito de frangos de corte criados em temperatura baixa, termoneutra e alta aos 49 dias de idade.

Valor L*	Temperatura					
	Baixa		Termoneutra		Alta	
	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência	Frequência	% de ocorrência
35	-	-	1	5	-	-
36	-	-	0	0	-	-
37	1	5	1	5	1	5
38	2	10	5	25	1	5
39	4	20	2	10	0	0
40	1	5	3	15	2	10
41	2	10	1	5	3	15
42	2	10	4	20	4	20
43	4	20	0	0	4	20
44	2	10	1	5	3	15
45	1	5	2	10	2	10
46	1	5	-	-	-	-
Total	20	100,00	20	100,00	20	100,00

Nas Tabelas 4, 5 e 6, são mostrados os valores de L*, pH, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte criados em diferentes temperaturas e abatidos aos 35, 42 e 49 dias de idade.

Aos 35 dias de idade, não houve efeito da linhagem para valor L*, pH, PPC, PE e CRA. Houve efeito da linhagem para FC e CAA, sendo que as aves criadas nas temperaturas termoneutra e alta apresentaram maior capacidade de absorção de água e maior força de cisalhamento. Esses resultados concordam com os obtidos por Lee *et al.* (1976). Os autores investigaram tratamentos de calor (38°C), frio (4.0°C) e frio extremo (-20°C), aplicados por 6 horas e comparados a temperaturas ambientais pré-abate (20°C). Eles encontram maior FC em aves estressadas por calor. Froning *et al.* (1978), ao trabalhar com peito de perus, utilizando temperaturas de 42°C por 1h e 4°C por 20 min, encontraram médias de 5,88 e 4,44kgf/g, respectivamente. Entretanto, Bressan (1998) não observou a influência da temperatura sobre a força de cisalhamento ao pesquisar aves mantidas em temperaturas de estresse calórico (30°C), sendo que a FC para esses animais foi de 5,77kgf/g, enquanto os filés de peitos submetidos a temperaturas de conforto térmico (17°C) foram de 5,47kgf/g.

Houve efeito do sexo valor L* das aves abatidas aos 35 dias de idade (Tabela 4), sendo que as fêmeas apresentaram carnes mais claras quando comparadas aos machos. Não houve efeito do sexo para pH, PPC, FC, PE e CRA. Houve efeito do sexo para a capacidade de absorção de água, sendo que os machos apresentaram maior capacidade de absorção de água do que as fêmeas.

Tabela 4. Valor L*, pH, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 35 dias de idade criados em diferentes temperaturas.

Parâmetros	Características de qualidade						
	L*	pH	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	PE (%)	CRA (%)	CAA (%)
Temperatura							
Baixa	43,28	5,33	24,40	3,16B	3,27	70,03	57,99B
Termoneutra	41,76	5,31	23,33	4,56 A	3,02	70,52	92,60A
Alta	42,76	5,29	22,93	4,06AB	3,20	71,87	76,77A
Sexo							
Fêmea	43,44A	5,28	24,13	4,13	3,33	70,49	69,22B
Macho	41,76B	5,35	22,98	3,73	2,99	71,12	82,35A
CV (%)	5,52	3,12	12,12	39,88	22,82	12,63	29,32
Probabilidade							
Temperatura	0,1566	0,7187	0,2870	0,0323	0,5604	0,3091	0,0001
Sexo	0,0114	0,1275	0,1461	0,3541	0,0966	0,5334	0,0350
Temperatura x Sexo	0,6591	0,5211	0,0684	0,0886	0,0655	0,7210	0,9596

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

Aos 42 dias de idade (Tabela 5), houve efeito da linhagem apenas para o valor L*, sendo que as aves criadas em baixa temperatura apresentaram carne mais clara em relação aos demais tratamentos. Entretanto, o valor apresentado é considerado escuro para todas as temperaturas. Não houve efeito do sexo para as características avaliadas.

Tabela 5. Valor L*, pH, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade criados em diferentes temperaturas.

Parâmetros	Características de qualidade						
	L*	pH	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	PE (%)	CRA (%)	CAA (%)
	Temperatura						
Baixa	42,44A	6,05	22,10	4,91	2,80	71,03	82,73
Termoneutra	39,49B	6,01	25,98	5,11	2,85	73,59	97,74
Alta	40,24B	6,03	22,95	4,12	2,61	73,10	96,25
	Sexo						
Fêmea	40,74	6,03	25,22	4,80	2,59	72,08	88,93
Macho	40,70	6,04	22,13	4,63	2,92	73,07	95,55
CV (%)	6,04	2,18	34,50	28,92	18,97	17,42	22,68
	Probabilidade						
Temperatura	0,0021	0,7077	0,3334	0,0817	0,3448	0,2431	0,0701
Sexo	0,9595	0,7735	0,1711	0,6638	0,4188	0,4517	0,2508
Temperatura x Sexo	0,0715	0,3658	0,2956	0,6636	0,4081	0,5448	0,2798

Aos 49 dias de idade (Tabela 6), houve efeito de tratamento apenas para a capacidade de retenção de água. As aves criadas em temperatura alta tiveram menor capacidade de retenção de água em relação às criadas nas temperaturas termoneutra e baixa. Houve efeito do sexo para a PPC e PE, sendo que as fêmeas apresentaram maior perda de peso por cozimento e maior perda de exsudato.

Tabela 6. Perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), perda de exsudato (PE), capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de absorção de água (CAA) da carne de peito de frangos de corte aos 49 dias de idade criados em diferentes temperaturas.

Parâmetros	Características de qualidade						
	L*	pH	PPC (%)	FC (kgf/cm ²)	PE (%)	CRA (%)	CAA (%)
Temperatura							
Baixa	42,12	6,12	24,63	4,90	3,20	73,51 A	85,86
Termoneutra	41,01	6,15	25,51	4,90	3,90	72,43 A	90,33
Alta	42,61	6,07	22,96	4,45	4,30	67,48 B	92,47
Sexo							
Fêmea	42,11	6,04	26,01A	4,38	4,57A	71,57	86,34
Macho	41,71	6,18	22,71B	5,12	3,03B	70,71	92,77
CV (%)	6,04	7,21	16,38	36,78	42,14	17,63	19,70
Probabilidade							
Temperatura	0,1630	0,8614	0,1606	0,6733	0,1257	0,0018	0,5859
Sexo	0,5686	0,2416	0,0039	0,1299	0,0009	0,5374	0,2409
Temperatura x Sexo	0,5212	0,5069	0,0921	0,7562	0,4739	0,2216	0,8902

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

Conclusões

Independente da temperatura e da idade de abate, os filés com valor L* variaram de escuro a normal, não havendo nenhuma amostra pálida. Portanto, nas condições em que foi realizado este experimento, a criação de aves pode ser feita em diferentes temperaturas, sem que haja ocorrência de carne pálida e demais prejuízos na sua qualidade.

Referências Bibliográficas

- Backstrom L, Kayffman R. The porcine stress syndrome: A review of genetics, environment factors, and animal well-being implications. *Agri-Practice* 1995; 16(8):24-30.
- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.

- Barbut S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal Muscle Foods* 1998; 9: 35-49.
- Bressan MC. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. Faculdade de Engenharia de Alimentos (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas; 1998, Campinas-SP, 201p.
- Calvo C. Optical properties. In: Nollet, LML. *Handbook of food analysis*. New York: Marcel Dekker, 1996: 139-161. (Physical characterization and nutrient analysis, v.1).
- Cassens RG, Marple DN, Eikelenboom G. Animal physiology and meat quality. *Advances Food Research* 1975; 21: 71-155.
- D'souza DN, Dunshea FR, Warner RD, Leury BJ. The effect of pre-slaughter handling and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. *Meat Science* 1998; 50: 429-437.
- Dirinck P, De Winne A, Casteels M, Frigg M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1996; 44:65-68.
- Fletcher D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science*. 78:1323-1327.
- Fletcher DL, Qiao M, Smith DP. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science* 2000; 79(5):784-788.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* 1978; 57(3):630-3.
- Hamm R. Biochemistry of Meat Hydration. *Advances in Food Research* 1960; 10 (2):355-443.
- Honikel KO, Tarant PV, Eikelenboom G, Monin G. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: *Evaluation and Control of Meat Quality in Pigs*, Dordrecht: Martinus Nijhoff, The Netherlands, 1987, p. 273-283.
- Jones JM. Factors influencing poultry meat quality. In: Johnston DE, Knight MK, Ledward DA, eds. *The Chemistry of muscle-based foods*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992. 27-39.
- Komiyama CM. 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.

- Lee YB, Hargus GL, Hagber E. Effect of *ante mortem* environmental temperatures on postmortem glycolysis and tenderness in excised broiler breast muscle. *Journal of Food Science* 1976; 41(4):1466-9.
- Macari M. Estresse de calor em aves. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., Anais...Piracicaba, SP, 2001, 1: 686-716.
- Mccurdy RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. *Food Research Institute* 1996; 77:169-174.
- Maribo H; Olsen EV; Barton-Gade P; Moller AJ, Karlsson A Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. *Meat Science*, 50: 115-129, 1998.
- Northcutt JK, Foegeding EA, Edens FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science* 1994; 73:308-316.
- Offer G. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 1991; 30:157-184.
- Penny IF. Protein denaturation and water-holding capacity in pork muscle. *Journal of Food Technology* 1969; 3:269-273.
- Qiao M; Fletcher DL; Smith DP; Northcutt JK. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. *Poultry Science* 2001; 80(5):676-680.
- Roça RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986, Campinas.
- Santos C, Roseiro LC; Gonçalves H; Melo RS. Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: a survey. *Meat Science* 1994; 38:279-287.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Sosnicki AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. *Journal of Muscle Foods* 1998; 9:13-23.
- Swatland HJ. 1995. On line evaluation of meat. Lancaster: technomic, 343p.
- Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science* 2000; 79(7):1057-1061.
- Warris PD, Brown SN. The relationships between initial pH, reflectance and exudative on pig muscle. *Meat Science* 1987, 20:157-167.

Capítulo 5

Efeito da distância de transporte e aspensão de água antes do abate sobre ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

EFEITO DA DISTÂNCIA DE TRANSPORTE E ASPERSÃO DE ÁGUA SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA E CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE*

Autores:

¹Sabrina Endo Takahashi

²Ariel Antonio Mendes

¹Claudia Marie Komiyama

³Hirasilva Borba Alves de Souza

¹Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

⁴Rodrigo Garófalho Garcia

⁵Joerley Moreira

¹Renata Rangel Quinteiro

⁶Augusto Balog Neto

⁷Marcel Manente Boiago

*Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

¹Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Docente da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

⁵Docente da Universidade Federal de Diamantina, MG.

⁶Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

⁷Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Processo 03/12466-2

Efeito da distância de transporte e aspersão de água sobre ocorrência de carne pálida e características de qualidade de carne de frangos de corte

Resumo

Foi realizado um trabalho para avaliar os efeitos da distância de transporte e do banho de aspersão durante o período de espera antes do abate sobre as características de qualidade da carne de peito de frangos e para verificar a ocorrência de carne pálida. 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 aves, submetidas ao mesmo esquema de manejo e alimentação. As características propostas foram avaliadas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, com três distâncias de transporte (20, 60 e 100 km), com ou sem banho de aspersão durante o período de espera, utilizando-se 20 filés para cada tratamento. Foi obedecido um tempo de espera de 4 horas para todas as aves. Foram avaliados o pH, medida de cor, perda de exsudato, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e, posteriormente, ao teste de 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). Nas condições em que foi realizado este experimento, a distância de transporte das aves até o abatedouro, variando de 20 a 100 km, e também a utilização ou não do banho de aspersão não influenciaram na ocorrência de carne pálida nem as demais características de qualidade.

Palavras-chave: aves, carne, cor, transporte.

Effect of transport and water aspersion on pale meat prevalence and meat quality characteristics of broiler chickens

Abstract

An experiment was undertaken aiming to evaluate the effect of transport and aspersion during pre-slaughter on meat quality characteristics of broiler breasts and pale meat prevalence. At 42 days 120 male broilers of Ross line were sampled. Broilers were obtained from a commercial poultry farm with capacity to produce 10,000 broilers and raised with the same management and feeding. Parameters were evaluated in a 3 x 2 factorial scheme arranged in a completely randomized design with three transport distances (20, 60 and 100km) and with or without water aspersion during pre-slaughter using 20 fillet per each treatment. Pre slaughter time used in experiment was four hours for all chickens. pH, color, protein denaturation, exsudate loss, water retention and absorption capacity, cooking loss and shear force were evaluated. Results were submitted to ANOVA and Tukey multiple range test was used to compare treatments. It was used the GLM (general Linear models) procedure of SAS (SAS Institute, 1996). Based on the conditions used in this experiment transport distance varying from 20 to 100km and the use of water aspersion bath did not influence pale meat occurrence and meat quality characteristics.

Keywords: broiler, meat, color, transport.

Introdução

Somente com o rápido crescimento de produtos industrializados de carne de aves 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 e 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 $L^* = 49$ apresentam baixa capacidade de retenção de água, o que pode servir para classificar a ocorrência de carne PSE (Barbut, 1997).

Programas de abate, jejum alimentar e água, métodos de apanha, sistema de transporte, distância da granja até o abatedouro e o tempo de espera nesse local são fatores significantes que afetam a qualidade da carne (Bilgili, 2002). Essa distância é um dos fatores que causam estresse nos frangos de corte, principalmente no verão, onde ocorrem maiores índices de mortalidade e estresse nas aves. Em perus, avaliações realizadas em filés de peito demonstraram que estes se tornam mais pálidos em função do estresse devido à distância (maior que 80 km) e a duração (mais que quatro horas) de transporte até a planta processadora (Jones, 1992). O transporte por cerca de 30 km, com permanência no caminhão por 2,5h, não foi considerado excessivo para frangos (Barbut, 1997). Contudo, este último autor sugere mais pesquisas sobre as condições de estresse pré-abate, principalmente devido à grande variação encontrada em seus resultados do valor de L^* , entre os lotes estudados. No Brasil, Contreras (2000) constatou maior ocorrência de carne mais pálida em aves que sofreram duas horas de viagem comparadas com aquelas que foram colocadas nos engradados somente por 10 minutos e não foram transportadas. Esses resultados sugerem que o estresse causado pela distância de transporte pode influenciar a cor e

a maciez da carne de aves e, conseqüentemente, ser um dos fatores que predispõe as aves à ocorrência de PSE.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da distância de transporte e do banho de aspersão durante o período de espera antes do abate sobre as características de qualidade da carne de peito de frangos e para verificar a ocorrência de carne pálida.

Material e Métodos

Aos 42 dias de idade, foram amostradas 120 aves, machos, da linhagem Ross. Os animais foram obtidos de um lote de uma granja comercial com capacidade para 10.000 aves, criados com mesmo manejo e alimentação. As características propostas foram avaliadas segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, com três distâncias de transporte (20, 60 e 100 km), com ou sem banho de aspersão durante o período de espera, utilizando-se 20 filés para cada tratamento. Foi obedecido um tempo de espera de 4 horas para todas as aves.

Foram avaliados o pH, medida de cor, perda de exsudato, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.

O pH foi avaliado utilizando pHmetro acoplado a um eletrodo de penetração diretamente no músculo *Pectoralis major*. As determinações foram feitas em diferentes tempos *post-mortem*. A cor dos filés do peito foi determinada por meio de um colorímetro (Minolta CR300), 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 meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major*, avaliados 1h e 5h *post-mortem*. 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 e 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 (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 perda de exsudato foi baseada nos métodos adotados por Northcutt *et al.* (1994) e por Dirinck *et al.* (1996). As amostras de peitos íntegros foram extraídas da carcaça 24 horas *post-mortem* e mantidas sob simulação de venda ao varejo, em bandejas de poliestireno, cobertas com filme plástico permeável, a 3 °C por 72h. O percentual de perda de exsudato foi calculado com base no peso inicial e final dos peitos.

A capacidade de retenção de água foi realizada segundo a 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 de peito após a pressão foi pesada e, por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em percentagem.

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com Roça (1986) cuja metodologia consiste em pesar 30g de carne, adicionar 90mL de água destilada e triturar por 90 segundos em blender. Logo após, foram pesados 35g da pasta obtida em duplicata e centrifugados a 21-25°C por 15 minutos a 3000rpm. O sobrenadante foi coletado e pesado, e a capacidade de absorção foi calculada da seguinte forma: %CAA = $\frac{[(PP - PC) - PS]}{PC} * 100$, 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 dos 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 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

Como se observa na Tabela 1, as amostras não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (distância de transporte e banho de aspersão) para o valor L^* . Esses resultados não estão de acordo com os pesquisados por Lara (2003). O autor avaliou o efeito de transporte associado ao estresse térmico sobre a ocorrência de carne PSE em frangos de corte.

O tratamento considerado mais estressante foi o transporte feito em 30 minutos em trajeto acidentado, em que as aves foram colocadas durante 1h em um ambiente cuja temperatura estava em torno de 40°C. O grupo controle foi transportado por 10 minutos e abatido 10 minutos após a chegada. Porém, as amostras do grupo controle (35,30%) e do estressado (37,08%) não apresentaram diferença significativa na incidência de PSE, considerando os valores médios de L^* (52,25 e 51,60) e pH_{24h} (5,63 e 5,62) obtidos para os dois grupos, respectivamente.

Tabela 1. Características de qualidade da carne de frangos de corte transportados por diferentes distâncias recebendo banho ou não durante o período de espera.

Parâmetros	Características de qualidade							
	L*	a*	b*	pH _{24h}	PE	PPC	FC	CRA
	Transporte (km)							
20	46,30	3,09	3,15	5,95	5,54	29,73 A	3,21	95.97 A
60	46,36	3,22	3,03	5,96	5,42	28,39 AB	3,06	69.51 B
100	46,90	3,41	3,28	5,97	3,26	27,41 B	3,17	75.71 B
	Banho							
Com	46,55	3,35	3,18	5,97	4,92	29,60 A	2,95 B	65.42 B
Sem	46,49	3,13	3,16	5,96	4,55	27,41 B	3,35 A	95.38 A
CV (%)	5,56	27,01	40,15	2,44	10,49	12,86	26,57	

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

A variação entre os valores de pH na carne é maior quando as leituras são feitas logo após o abate (15 minutos) e vão se estabilizando à medida que o tempo se aproxima de 4 horas, sendo que o pH 24 horas apresenta as menores oscilações. Por esse motivo, as características de qualidade da carne foram avaliadas dando maior ênfase aos valores de pH 24 horas *post-mortem*.

Para os valores de pH_i, pH_{15m}, pH_{30m}, pH_{45m}, pH_{1h} e pH_{24h}, apresentados na Tabela 2, houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) do transporte apenas para o pH_i e para o pH_{1h}, em que os maiores valores de pH foram observados para as aves submetidas ao transporte de 60 e 100km de distância. Com relação ao banho, houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) apenas para o pH_i, em que as aves submetidas ao banho apresentaram maior valor de pH_i do que aquelas não submetidas ao tratamento.

Tabela 2. Valores de pH da carne de peito de frangos de corte abatidos com diferentes tempos de transporte recebendo banho ou não durante o período de espera.

Parâmetros	Valores de pH					
	pH _i	pH _{15m}	pH _{30m}	pH _{45m}	pH _{1h}	pH _{24h}
	Transporte (km)					
20	6,29 B	6,25	6,31	5,95	5,91 B	5,95
60	6,47 A	6,04	6,03	6,07	6,10 A	5,96
100	6,44 A	6,15	5,90	5,98	6,12 A	5,97
	Banho					
Com	6,50 A	6,24	6,19	6,02	6,02	5,96
Sem	6,29 B	6,02	5,97	5,97	6,06	5,96
	Probabilidade					
Transporte	0,0072	0,0048	0,0001	0,0292	0,0001	0,8150
Banho	0,0001	0,0002	0,0001	0,2463	0,2857	0,7071
Trans.*Banho	0,1042	0,0049	0,0037	0,0197	0,3133	0,0599

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

O desdobramento da interação entre distância de transporte versus banho para o pH_{15m}, pH_{30m} e pH_{45m}, avaliados nos filés, são mostrados na Tabela 3. Para o pH_{15m} e pH_{30m}, houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) da distância percorrida e do fator banho, em que as aves submetidas por 20km e com banho apresentaram maior valor de pH nos dois tempos. Para o pH_{45m}, houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) de ambos, porém o maior valor observado com relação ao transporte foi aos 20 e 60km. Com relação ao banho, o maior valor foi observado para as aves submetidas ao tratamento.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre distância de transporte versus banho para valor de pH_{15m}, pH_{30m} e pH_{45m} avaliados no filé de peito de frangos de corte.

Parâmetro	Banho	Distância de transporte (km)		
		20	60	100
pH _{15m}	Com	6,46 Aa	6,13 b	6,16 b
	Sem	6,04 B	5,96	6,15
pH _{30m}	Com	6,42 Aa	6,22 Ab	5,94 c
	Sem	6,20 Ba	5,85 Bb	5,87 b
pH _{45m}	Com	5,94	6,05	6,08 A
	Sem	5,96 ab	6,09 a	5,88 Bb

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

As análises de correlação, conforme mostradas na Tabela 4, indicam que o valor de L* apresentou correlações negativas para o pH, a partir das medidas avaliadas aos 30 minutos *post-mortem*. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Owens *et al.* (2000), Barbut (1996), Van Laack (2000) e McCurdy *et al.* (1996), que reportaram uma correlação negativa entre o pH e valor L*.

Tabela 4. Correlações entre os valores de pH medidos em diferentes tempos e os valores de luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) avaliados no filé de peito de frangos de corte.

Parâmetros	pH _i	pH _{15m}	pH _{30m}	pH _{45m}	pH _{1h}	pH _{24h}
Valor L*	0,0016	0,0542	-0,0868	-0,2569	-0,1391	-0,4097
Valor a*	0,0849	0,1007	-0,0336	0,1840	0,2385	0,1947
Valor b*	-0,0265	-0,0096	-0,0843	-0,0634	-0,1346	-0,1753

Conclusões

Nas condições em que foi realizado este experimento, a distância de transporte das aves até o abatedouro, variando de 20 a 100 km, e também a utilização ou não do banho de aspersão não influenciaram a ocorrência de carne pálida nem as demais características de qualidade.

Referências Bibliográficas

- Anthony NB. A review of genetic parameters in poultry: Effects to improve meat quality. *Journal Muscle Food* 1998; 9:25-33.
- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1996; 38:355-358.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.
- Barbut S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal Muscle Foods* 1998; 9: 35-49.
- Bendall JR, Wismer-Pedersen J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal Food Science* 1962, 27:144-157.

- Bilgili SF. Slaughter quality as influenced by feed withdrawal. *World's Poultry Science Journal* 2002; 58:123-130.
- Bressan MC. Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. Faculdade de Engenharia de Alimentos (Tese de Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas; 1998, Campinas-SP, 201p.
- Contreras CC. Efeitos do transporte no estresse e qualidade da carne de frangos. *Revista Nacional da Carne* 2000, 279 (Ano XXIV – Maio):132.
- Dirinck P, De Winne A, Casteels M, Frigg M. Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal Agricultural Food Chemistry* 1996; 44:65-68.
- Ehinger F, Gschwindt B. The effect of transport on poultry. II. The influence of transport time on the physiological characteristics of male and female broilers. *Fleischwirtschaft* 1979; 59(3):401-4.
- Ferket PR, Qureshi MA, Garlich JD, Rives DV, Kidd MT. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. *World Poultry* 1995; 11(2):10-15.
- Fletcher D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science*. 78:1323-1327.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB. The effect of press laughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* 1978; 57:630-633.
- Hamm R. Biochemistry of Meat Hydratation. *Advances in Food Research* 1960; 10 (2):355-443.
- Honikel KO. 1987. 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.
- Jones JM. Factors influencing poultry meat quality. In: Johnston DE, Knight MK, Ledward DA. Eds. *The chemistry of muscle-based foods*. Cambridge: Royal Society of Chemistry 1992; p.27-39.
- Komiyama CM. 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.
- Lara JAF. Carne PSE (Pale, Soft, Exsudative) em frangos. Ocorrência de mutações no gene receptor da rianodina. 2003. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 101p.

- Mccurdy RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. Food Research Institute 1996; 77:169-174.
- Northcutt JK, Foegeding EA, Edens FW. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. Poultry Science 1994; Champaign, 73:308-316.
- Olivo R, Shimokomaki M, Fukushima PS. Carne PSE em frangos. Revista Nacional da Carne 1998; 252:32-34.
- Olivo R. Carne PSE em frangos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo; 1999, São Paulo, 97p.
- Owens CM, Matthews NS, Sams AR. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. Poultry Science 2000; 79:553-558.
- Roça RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Shimokomaki M, Olivo R, Franco FO. Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. 2., Campinas, 1997. Proceedings. Campinas, p.179.
- Sosnicki AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. Journal Muscle Foods 1998; 9:13-23.
- Swatland HJ. 1995. On line evaluation of meat. Lancaster: technomic, 343p.
- Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. Poultry Science 2000; 79(7):1057-1061.

CAPÍTULO 6

**Efeito do atordoamento elétrico e tipo de desossa sobre ocorrência da carne
pálida em frangos de corte**

EFEITO DO ATORDOAMENTO ELÉTRICO E TIPO DE DESOSSA SOBRE A OCORRÊNCIA DE CARNE PÁLIDA EM FRANGOS DE CORTE*

Autores:

¹Sabrina Endo Takahashi

²Ariel Antonio Mendes

¹Claudia Marie Komiyama

³Hirasilva Borba Alves de Souza

¹Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

⁴Rodrigo Garófallo Garcia

⁵Joerley Moreira

¹Renata Rangel Quinteiro

⁶Augusto Balog Neto

⁷Marcel Manente Boiago

*Parte da tese de doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

¹Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

³Docente da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

⁴Docente da Universidade Federal da Grande Dourados, MS.

⁵Docente da Universidade Federal de Diamantina, MG.

⁶Aluno de Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu.

⁷Aluno de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Veterinária, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Processo 03/12466-2

Efeito do atordoamento elétrico e tipo de desossa sobre ocorrência da carne pálida em frangos de corte

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: carne, cor, desossa, frangos.

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

Abstract

An experiment was conducted to evaluate the effect of electric stunning and debone procedure on pale meat prevalence and meat quality characteristics of breast broiler meat. At 42 days 120 male broilers of Ross line were sampled. Broilers were obtained from a commercial poultry farm with capacity to produce 10,000 broilers and the animals were raised with 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 (without, 40 and 90V/high frequency for both – 800Hz) and two debone procedure (immediately after slaughtering and normal debone after carcass chilling). Press laughter time used in experiment was four hours for all chickens. Occurrence analysis was performed according to the parameters evaluated using 10 chickens per treatment comprising 60 samples. pH, color, protein denaturation, exsudate loss, water retention and absorption capacity, cooking loss and shear force were evaluated. The results were submitted to the 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 by 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.

Keywords: meat, color, debone, broiler.

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 hora ou, quando resfriadas, 3 horas após o abate.

Rathgeber *et al.* (1999) avaliaram os efeitos da demora no resfriamento (imersão de metade das carcaças no chiller por 20 minutos *post-mortem* e a outra metade mantida em temperatura corporal por 110 min e então resfriada) sobre o metabolismo *post-mortem* em carne de peito de perus. Os autores verificaram que a demora de resfriamento aumentou todos os valores de cor da carne do peito (L^* , a^* , b^*) e reduziu o rendimento por cozimento. Esses resultados evidenciaram, portanto, que a demora no resfriamento das carcaças pode levar ao surgimento de carne PSE.

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).

O tipo de insensibilização elétrica mais comum no Brasil é com a frequência de 60Hz e voltagens de 28 a 60V. Esporadicamente usam-se correntes contínuas com voltagens mais elevadas entre 90 a 100V (Contreras, 2000). Craig *et al.* (1999), avaliando o efeito do atordoamento elétrico ante *mortem* e o estímulo elétrico *post-mortem* sobre as propriedades bioquímicas da carne de peito de frangos de corte, verificaram que ambos afetam significativamente a perda de sangue, pH, valor R, comprimento do sarcômero, cor e textura da carne. Os resultados encontrados permitiram aos autores concluir que tanto o atordoamento quanto à estimulação elétrica pode acelerar efetivamente o *rigor mortis*, o que também foi reportado por Sams (2001).

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 24h 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 $L^* \leq 49$ 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.

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 feita imediatamente após o abate e desossa convencional após resfriamento da carcaça, sendo obedecido um tempo de espera de 4 horas para todos os animais antes do abate. As análises foram realizadas em 10 aves por tratamento, totalizando 60 amostras. Foram avaliados, 24 horas *post-mortem*, o pH, cor, 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 pHmetro 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), 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 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 e 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 (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 percentagem.

A capacidade de absorção de água foi determinada de acordo com Roça (1986) cuja metodologia consiste em pesar 30g de carne, adicionar 90mL de água destilada e triturar por 90 segundos em blender. Logo após, foram pesados 35g da pasta obtida em duplicata e centrifugados a 21-25°C por 15 minutos a 3000rpm. 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 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, com 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.

Tabela 1. Frequência e percentagem do valor L* 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

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

Tabela 2. Frequência e percentagem do valor L* 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

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 ($p < 0,05$) 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 para as características avaliadas. Houve interação entre os tratamentos para o valor L* (Tabela 5).

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

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

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. Houve efeito da desossa para perda de peso por cozimento e força de cisalhamento, sendo que desossa a quente proporcionou maior perda de peso ao cozimento e, conseqüentemente, ficaram menos macias.

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.

No desdobramento da interação (Tabela 5), para o valor L*, a desossa quente associada ao atordoamento de alta voltagem apresentou filés de cor pálida e menor desnaturação protéica. Em relação à força de cisalhamento, houve diferença entre os tipos de desossa para o atordoamento com baixa voltagem e o tratamento controle (sem atordoamento).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre atordoamento e desossa para valor L*, 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.

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.

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}

^{NS}p>0,05, *p≤0,05, **p≤0,0001

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*≥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 percentagem.

Referências Bibliográficas

- Alvarado CZ, Sams AR. *Rigor mortis* development in turkey breast muscle and the effect of electrical stunning. *Poultry Science* 2000; 79(11) 1694-1698.
- Barbut S. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Research International* 1993; 26:39-42.
- Barbut S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal Animal Science* 1996; 76:455-457.
- Barbut S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *British Poultry Science* 1997; 38:355-358.
- Bendall JR, Wismer-Pedersen J. Some properties of the fibrillar proteins of normal and watery pork muscle. *Journal Food Science* 1962; 27:144-157.
- Contreras CC. Efeitos do transporte no estresse e qualidade da carne de frangos. *Revista Nacional da Carne* 2000; 279(Ano XXIV – Maio):132.
- Craig EW, Fletcher DL, Papinaho PA. The effects of ante mortem electrical stunning and postmortem electrical stimulation on biochemical and texture properties of broiler breast meat. *Poultry Science* 1999, 78: 490-494.
- Ferket PR, Qureshi MA, Garlich JD, Rives DV, Kidd MT. Vitamin E affects performance, immunity, and meat quality. *World Poultry* 1995; 11(2):10-15.
- Fletcher D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, texture. *Poultry Science*. 78:1323-1327.
- Froning GW, Babji AS, Mather FB. The effect of presslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. *Poultry Science* 1978; 57:630-633.
- Hamm R. Biochemistry of Meat Hydratation. *Advances in Food Research* 1960; 10 (2):355-443, 1960.
- Honikel KO. 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. 1987; p. 273-283.
- Kauffman RG, Marsh BB. 1987. 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.
- Komiyama CM. 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 RD, Barbut S, Quinton M. Seasonal effects on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. Food Research Institute 1996; 77:169-174.
- Olivo R, Shimokomaki M, Fukushima PS. Carne PSE em frangos. Revista Nacional da Carne 1998; 252:32-34.
- Olivo R. Carne PSE em frangos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 97p. 1999.
- Owens CM, Maththews NS, Sams AR. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. Poultry Science 2000; 79:553-558.
- Polidori P, Marinucci MT, Fantuz F, Renieri C, Polidori F. Pale, soft and exudative (PSE) meat in broiler chickens: characteristics and assessment methods. Industrie Alimentari 2000; 39 (390): 326.
- Raj AB, Grey TC, Audsely AR, Gregory ND. Effect of electrical and gaseous stunning on the carcass and meat quality of broilers. British Poultry Science 1990; 31:725-733.
- Rathgeber BM, Boles JA, Shand PJ. Rapid postmortem pH decline and delayed chilling reduce quality of turkey breast meat. Poultry Science 1999; 78:477-484.
- Roça RO. Desenvolvimento de fiambres com carne de frango. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas; 1986.
- Sams AR. Editor (2001) Poultry meat processing. Press CRC, Boca Raton LLC, Florida 33431, USA.
- SAS Institute. SAS/STAT Software: Release 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC; 1996.
- Shimokomaki M, Olivo R, Franco FO. Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E. In: Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. 2., Campinas, 1997. Proceedings. Campinas, p.179.
- 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 AA, Greaser ML, Pietrzak M, Pospiech E, Sante V. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. Journal Muscle Foods 1998; 9:13-23.

- Swatland HJ. 1995. On line evaluation of meat. Lancaster: technomic, 343p.
- Uittenboogaart TG, Reimert HGM. 1994. 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.
- Van Laack RLJM, Liu CH, Smith MO, Loveday HD. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. Poultry Science 2000; 79(7):1057-1061.
- Woelfel RL, Owens CM, Hirschler EM, Sams AR. The incidence and characterization of pale, soft and exudative chicken meat in a commercial plant. Poultry Science 1998; 77(suppl. 1):62.

Capítulo 7

Implicações

O presente trabalho apresenta resultados interessantes sobre as características de qualidade de carne e também sobre a ocorrência na variação de cor (escura à pálida) de frangos de corte submetidos a diversos tratamentos (linhagens, densidade populacional, temperatura de criação, tempo e distância de transporte e atordoamento elétrico). Esses dados podem ser úteis para a indústria avícola, que está sempre em busca de melhores resultados de produção e qualidade de seus produtos.

Com o avanço da avicultura e conseqüente melhoria da genética, houve grandes mudanças no desempenho dos frangos de corte e rendimento da carcaça e partes, porém esse fator parece não ter influenciado a ocorrência de carne pálida, que poderia estar associada ao PSE, como constatado por outros autores.

Há um grande interesse das indústrias em conseguir mais resultados e maior produção com qualidade em menor tempo. Uma das soluções pode ser o aumento da densidade, pois, em um mesmo período e mesmo espaço, é possível criar um maior número de aves, aumentando a lucratividade da empresa. Segundo os resultados obtidos nesta pesquisa, a criação realizada em alta densidade pode ser feita sem que haja prejuízos na qualidade da carne.

A alta temperatura - que parecia ser um importante fator na ocorrência da carne pálida - neste caso não a influenciou. Porém, estudos em que as aves foram submetidas a altas temperaturas algumas horas antes do abate demonstraram uma porcentagem considerável de amostras PSE. Portanto, para complementar essa linha de pesquisa e saber mais sobre a influência da temperatura ambiente no pré-abate, seriam interessantes mais ensaios para que se possa avaliar a ocorrência de carne pálida em frangos de corte submetidos a diferentes temperaturas (acima de 32° C), alta umidade e diferentes tempos de exposição ao calor (algumas horas antes do abate e não durante o período de criação).

O transporte da granja ao abatedouro é outro fator estressante para as aves, principalmente se no pré-abate não há uma área coberta com banho de aspersão. Porém, na pesquisa realizada, essas variáveis não influenciaram a ocorrência de carne pálida. Em relação ao atordoamento e desossa, houve uma incidência maior de 20% de filés pálidos nos tratamentos cuja presença de valor L^* 49,96 foi constatada na interação entre alta voltagem e desossa a quente. A influência desses fatores na ocorrência da carne pálida já era esperada e pôde ser observada. Entretanto, mais estudos sobre a alteração não só da voltagem como também da frequência poderiam ser feitos para esclarecer e verificar o que realmente está causando a carne pálida.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)