



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MAURICIO DE ALMEIDA

**EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE E DA SUPLEMENTAÇÃO
DE MAGNÉSIO NA RAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA
CARNE DE FRANGOS DE CORTE**

MAURICIO DE ALMEIDA

**EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE E DA SUPLEMENTAÇÃO
DE MAGNÉSIO NA RAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA
CARNE DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal – área de concentração: Produção Animal.
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba.

Londrina
2011

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A447e Almeida, Mauricio de.
Efeito do manejo pré-abate e da suplementação de
magnésio sobre a qualidade da carne de frangos de corte
/ Mauricio de Almeida. - Londrina, 2011.
55 f.: il.

Orientador: Alexandre Oba.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) -
Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal,
2011.

Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Abate - Teses. 2. Frango de corte -
Transporte - Teses. 3. Frango de corte - Suplementos
dietéticos - Magnésio - Teses. 4. Carne de ave -Qualidade -
Teses. 5. Produção animal - Teses. I. Oba, Alexandre. II.
Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.
III. Título.

CDU 636.5

MAURÍCIO DE ALMEIDA

**EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE E DA SUPLEMENTAÇÃO DE
MAGNÉSIO SOBRE A QUALIDADE DA CARNE DE
FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal - área de concentração: Produção Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Oba
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. João Waine Pinheiro
UEL – Londrina - PR

Prof. Pedro Alves de Souza
UNESP – Jaboticabal - SP

Londrina, 30 de março de 2011.

Dedico esse trabalho a minha família, especialmente aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado apoiando-me em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus simplesmente pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado permitindo a realização desse mestrado e pela força que sempre ajudou-me a trabalhar e estudar.

Ao professor Dr. Alexandre Oba, meu orientador, pela dedicação, apoio, conhecimento transmitido e principalmente pela amizade.

A professora Dra. Nilva Aparecida Nicolao Fonseca pela ajuda na parte estatística desse trabalho.

Aos funcionários da fazenda escola que contribuíram para realização dos trabalhos aqui apresentados.

Aos colegas e amigos que participaram desse trabalho, pela dedicação e esforço que permitiu a obtenção dos resultados apresentados nessa dissertação.

Aos amigos, Vittor, Marina, Camila, Tatiane, Daniela, Natalia, Leandro pelos momentos que passamos juntos durante a pós-graduação.

A todos os colegas do curso de pós-graduação de Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Ao Grupo de Oração Javé Nessi, que sempre esteve ao meu lado durante a realização da graduação e do mestrado.

Aos meus amigos David, Rosenilton, Pedro e Priscila que foram como irmãos durante a graduação e mestrado.

A todos que contribuíram para realização dessa dissertação **MUITO OBRIGADO!!!!**

ALMEIDA, Mauricio de. **Efeito do manejo pré-abate e da suplementação de magnésio sobre a qualidade da carne de frangos de corte.** 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar a influencia das condições do manejo pré-abate e o efeito da suplementação de magnésio sobre a qualidade da carne, com ênfase na anomalia PSE (pálida, flácida e exudativa). No primeiro experimento foram utilizados 250 frangos machos da linhagem comercial cobb, que foram submetidos aos 42 dias de idade a diferentes períodos de transporte (30, 90 e 180 min) e descanso (0, 90 e 180 min) antes do abate. Foram analisadas a DOA (Dead On Arrival: Morte na Chegada), perda de peso, pH 30 minutos e 24 horas *post mortem*, capacidade de retenção de água e a cor da carne. A ocorrência do PSE foi maior em frangos submetidos ao menor período de transporte, sem o fornecimento de descanso enquanto que DOA foi mais pronunciada em condições de maior período de transporte e de descanso. No segundo experimento foram utilizados 240 frangos machos da linhagem comercial cobb os quais foram alimentados com ração contendo diferentes fontes de magnésio, sulfato e aspartato e diferentes níveis de magnésio, 1,5 e 3,0 g Mg/kg de ração, na dieta de terminação. As características de desempenho analisadas foram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e a viabilidade criatória. Os frangos foram transportado por 30 minutos e abatidos na chegada ao abatedouro. Após o transporte foram coletadas amostra de sangue para determinar o nível de magnésio, cálcio, glicose e lactato. Além das características referentes a qualidade de carne analisadas no primeiro experimento, também foi analisado a oxidação lipídica da carne. A suplementação com aspartato de magnésio diminuiu o ganho de peso, pH 24 horas *post mortem*, capacidade de retenção de água, consumo de ração e a oxidação lipídica da carne. Já o maior nível de magnésio proporcionou um aumento no nível de magnésio e lacatato sangüíneo e também diminui a oxidação lípidica da carne. Pode-se concluir que ocorrência de carne PSE foi maior para aves transportadas por menor período de transporte e abatidas ao chegar no abatedouro. O magnésio quando suplementado através da fonte de aspartato de magnésio diminui o ganho de peso e o consumo de ração, apesar de aumentar a vida de prateleira, pois reduziu a oxidação lipídica da carne.

Palavras-chave: Descanso. Magnésio. Oxidação lipídica. Transporte.

ALMEIDA, Mauricio de. **Effect of pre- slaughter management and magnesium supplementation on meat quality of broiler chicken.** 2011. 55 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

ABSTRACT

Two experiments were performed with the purpose to evaluate the influence of pre-slaughter management conditions and effects of magnesium supplementation on the meat quality, with emphasis on PSE anomaly (pale, soft and exudative). On the first experiment (n=250) male commercial line cobb chicken were used, submitted at the 42 days of age to different periods of journey (30, 60, 90 and 180 minutes) and lairage (0, 90 and 180 minutes) before slaughtering. It was analysed the weight loss, pH 30 minutes and 24 hours post mortem, water holding capacity and the meat colour. The incidence of PSE meat was higher on broiler chicken submitted to shorter journeys without lairage while DOA (death on arrival) was more frequent in cases of longer journeys plus longer lairage periods. On the second experiment (n=240) male commercial line cobb chicken were used, submitted to different magnesium sources (sulfate and magnesium aspartate) and levels (1,5 and 3,0 g Mg/kg of ration) on the termination diet. The characteristics analysed were the feed intake, weight gain, feed efficiency and viability. The broiler chicken were submitted to journey and lairage periods which led to a higher PSE meat. After journey blood samples were collected in order to assess the levels of magnesium, calcium, glucose and lactate. Besides the characteristics related to meat quality analysed on the first experiment, it was also analysed the meat lipid oxidation. The supplementation with magnesium aspartate diminished the weight gain, pH 24 hours post mortem, water retention capacity, the feed intake and meat lipid oxidation. According to the present study it is possible to conclude that the incidence of PSE meat was higher in case of birds submitted to shorter periods of journey and slaughtered at their arrival to the slaughter house. The magnesium supplementation by the source of magnesium aspartate proved less weight gain and feed intake as well. Nonetheless, it extended the shelf- life because it reduced the meat lipid oxidation.

Key words: Lairage. Lipid oxidation. Magnesium. Transport.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 MANEJO PRÉ-ABATE	10
2.2 TRANSPORTE	11
2.3 PERÍODO DE DESCANSO	13
2.4 CARNE PSE	15
2.5 MAGNÉSIO.....	18
3 REFERÊNCIAS	21
4 OBJETIVOS	27
4.1 OBJETIVO GERAL	27
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
5 ARTIGO 1 – EFEITO DAS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE E DO PERÍODO DE DESCANSO SOBRE A QUALIDADE DE CARNE E INCIDÊNCIA DE PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE) EM FRANGOS DE CORTE	28
5.1 RESUMO.....	28
5.2 ABSTRACT	28
5.3 INTRODUÇÃO.....	29
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.4.1 Animais e Manejo	29
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.6 CONCLUSÃO	38
5.7 REFERÊNCIAS	38

6 ARTIGO 2 – DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETA DE TERMINAÇÃO SUPLEMENTADA COM DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE MAGNÉSIO	41
6.1 RESUMO	41
6.2 ABSTRACT	42
6.3 INTRODUÇÃO.....	42
6.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
6.6 CONCLUSÕES.....	52
6.7 REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é atualmente terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China. Em 2009 exportou 3.634 mil toneladas de carne de frango, um total de 57,4% das exportações de carne, gerando uma receita de 5.814 milhões de dólares. Além das exportações conta com o mercado interno bem estruturado, visto que terminou o ano de 2009 como 4º maior consumidor do produto ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e União Européia (UBA, 2009).

Essa posição de destaque deve-se principalmente aos avanços alcançados na produtividade desta atividade, fruto do melhoramento genético, nutrição, sanidade e manejo. O desenvolvimento das linhagens comerciais promoveu o aparecimento de várias anomalias nos frangos, conduzindo a alterações na qualidade final das carnes, com prejuízos econômicos para indústria avícola. Entre essas anomalias esta a carne PSE (pálida, flácida e exsudativa), que segundo Oda et al. (2003) pode resultar em um prejuízo de até US\$ 9 milhões por ano para as empresas brasileiras.

Os fatores pré-abate influenciam a qualidade do produto final, a carne. O transporte é um manejo pré-abate que pode estar associado a diversos problemas tais como lesões na carcaça, estresse fisiológico e elevados índices de mortalidade (NICOL; SCOTT, 1990).

O estresse fisiológico desencadeado pelo manejo pré-abate, pode alterar o metabolismo muscular e levar a conversão do músculo em carne PSE (CHIANG et al., 2008).

Pesquisadores têm buscado formas para evitar ou minimizar o estresse pré-abate e suas conseqüências. Com este intuito, alguns pesquisadores vêm trabalhando com a suplementação de magnésio para suínos, visto que o mesmo exerce importante papel na redução do estresse e na contração muscular (OTTEN et al., 1993, D'SOUZA et al., 1998, HAMILTON et al. 2002, LAHUCKY et al., 2004). Contudo, em aves não existem relatos na literatura do uso da suplementação de magnésio com a finalidade de diminuir ou minimizar o efeito do estresse pré-abate e suas conseqüências para frangos de corte. Assim este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do manejo pré-abate e da suplementação de magnésio na ração sobre a qualidade da carne e incidência de carne PSE em frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MANEJO PRÉ-ABATE

Segundo Schettino et al. (2006) o período pré-abate é a etapa da cadeia produtiva que exerce maior influência nos índices quantitativos e qualitativos da carne.

As alterações nos parâmetros de qualidade são atribuídas ao estresse pré-abate, que desencadeia transtornos fisiológicos que podem causar alterações bioquímicas anômalas durante a conversão do músculo em carne (FLETCHER, 1991).

Dentre os fatores que levam ao estresse no manejo pré-abate, destacam-se os térmicos representados pela temperatura, umidade do ar, radiação térmica e movimentação do ar. Estes fatores podem levar a aceleração da glicólise e da hidrólise do ATP (MARCHI et al., 2010).

Hótznel e Pinheiro Filho (2000) definem o estresse, como sendo a resposta fisiológica do organismo a um estímulo do ambiente, na tentativa de manter a homeostasia. Segundo Ludtke et al. (2006) o estresse aumenta a liberação de hormônios adrenérgicos e corticotróficos, que interferem nas reservas de glicogênio muscular, antecipando a glicólise *post mortem*.

Doktor e Poltowicz (2009) observaram que os indicadores do estresse no sangue, corticosterona, hormônios da tireóide (T3 e T4) e lactato, podem ser usados para ajudar a melhorar o manejo pré-abate e a qualidade da carne de frangos.

Gao et al. (2008) observaram que a corticosterona pode exercer importante papel na qualidade da carne, visto que ao administrar a mesma artificialmente obtiveram como resultado uma diminuição na capacidade de retenção de água, provocada pelo aumento da quantidade de glicogênio no músculo *ante-mortem* e aumento na queda da quantidade do glicogênio do músculo *post-mortem*.

2.2 TRANSPORTE

O transporte é uma importante atividade para a indústria avícola, entretanto expõe os animais a uma variedade de situações estressantes, físicas e psicológicas, incluindo aglomeração, barulho, movimentação, agitação e privação alimentar antes do abate, que induzem ao aumento dos níveis plasmáticos de corticosteróides (FREEMAN et al. 1984) e do índice de heterófilo/linfócito (MITCHELL et al., 1992). Além destes fatores pode também alterar as condições de bem-estar das aves e a qualidade da carne (SIMÕES et al., 2009) e também influenciar a taxa de mortalidade (VOSLAROVA et al., 2007).

Com o objetivo de avaliar o microambiente formado durante o transporte por caminhão em uma linha comercial, Simões et al. (2009) coletaram 720 amostras de aves provenientes de duas granjas, localizadas a 15 km e 55 km do abatedouro e observaram que os frangos transportados nos engradados localizados no meio ou na parte traseira da carroceria dos caminhões, em jornadas mais longas, apresentaram maior incidência de carne PSE, o que atribuíram às dramáticas condições de temperatura e umidade relativa no microambiente destas regiões.

Voslarova et al. (2007) coletaram dados de 1997 até 2006 na Republica Checa, de diferentes espécies de aves, que morreram durante o transporte ou logo após a sua chegada no abatedouro. Os resultados demonstraram uma correlação positiva entre a mortalidade das aves e a distância do transporte. Aves transportadas por menores distâncias apresentaram menor mortalidade, enquanto que as transportadas por maiores distâncias apresentaram maior taxa de mortalidade. Os autores atribuíram a maior taxa de mortalidade à piora das condições em que as aves são transportadas, que ocorre conforme o aumento da distância.

Dentre as situações estressantes que ocorrem durante o transporte, destaca-se a condição térmica como de maior relevância, que associada à elevada umidade relativa do ar, proporciona elevação da temperatura corporal dos frangos e alcalose respiratória. Portanto, o micro-ambiente térmico em que as aves estão sujeitas durante o transporte constituiu-se em uma causa primária que pode comprometer o bem-estar e resultar em mortalidade ou reduzida qualidade do produto (MITCHELL; KETTLEWELL, 1998).

Existem também condições microclimáticas diferenciadas nas unidades do caminhão, que ocasionam uma variação da temperatura e da qualidade do ar dentro de cada unidade que dificulta o controle dos parâmetros da qualidade do ar (MITCHELL; KETTLEWELL, 1994).

Segundo Borges et al. (2003) a susceptibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor, incrementando conseqüentemente a temperatura corporal da ave.

Silva et al. (2007) submeteram frangos de corte a condições de alto estresse térmico (35°C e 85 % UR) em câmara climática por diferentes períodos (0, 30, 90, 120 e 160 minutos) para simular o transporte até o abatedouro. As aves tenderam a apresentar maiores valores de temperatura retal e freqüência respiratória com o aumento do tempo de exposição ao estresse térmico. Observaram também que com o aumento do tempo de exposição ao estresse térmico houve perdas significativas de peso corporal e diminuição dos pesos de pernas, asas e dorso. Os autores concluíram que a exposição de 30 minutos nas condições em que se realizou o estudo, as aves já apresentaram evidências de estresse térmico.

Além destes prejuízos o estresse térmico pode favorecer a conversão do músculo em carne PSE, que interferem nas propriedades como rendimento industrial, capacidade de retenção de água e cor da carne (BROSSI ET al., 2009).

Sabe-se que a conversão do músculo em carne PSE é resultado do hipermetabolismo do músculo esquelético, entretanto normalmente este se desenvolve quando os animais são submetidos a condições de estresse antes do abate (CHIANG et al., 2008).

Assim, as condições em que o transporte de frangos é realizado, têm papel preponderante na qualidade final da sua carne. É importante garantir uma adequada taxa de ventilação durante o transporte para evitar o estresse por calor e o conseqüente estresse fisiológico, com prejuízos para o bem-estar animal (FURLAN et al., 2005).

Além da temperatura, outro fator que pode acelerar a queda na quantidade do glicogênio *post-mortem* é o tempo de transporte, visto que Bressan e Beraquet (2002) observaram que aves transportadas por distâncias curtas e

abatidas sem repouso no abatedouro apresentaram instalação rápida do rigor no músculo *pectoralis major*.

A vibração do veículo durante o transporte exerce efeito importante na bioquímica do músculo uma vez que para manter uma estabilidade postural, a ave promove contração da musculatura esquelética, principalmente asas e pernas (ELROM, 2001).

Mitchell e Kettlewell (2004) estabeleceram um modelo para descrever a troca total de calor entre a superfície molhada e ambiente, com o objetivo de associar as condições de transporte às necessidades fisiológicas dos frangos. Este estudo permitiu estabelecer as zonas de conforto térmico para frangos em trânsito, como "segura", "alerta" e "perigo", mediante a combinação de temperatura e umidade, e utilização de um índice de carga térmica denominada "Temperatura Equivalente Aparente" (TEA). A combinação de temperatura e umidade dadas em TEA entre 40°C e 45°C ou menos, o estresse térmico será moderado com algum grau de hipertermia e distúrbio ácido-base. Já TEA acima de 65°C, o estresse fisiológico poderá ser considerado severo com aumento de mortalidade. Na prática, considerando que a umidade relativa nas caixas raramente fica abaixo de 70% devido à perda obrigatória de água das aves, os autores recomendaram 26-27°C como sendo o máximo de temperatura admissível nas caixas, compatível com o bem-estar e sem afetar a produtividade. Estes estudos serviram como base para o desenvolvimento e implementação de sistemas de ventilação mecânica para veículos de transporte de frangos.

2.3 PERÍODO DE DESCANSO

O período de descanso dos frangos no abatedouro não é obrigatório, podendo assim o animal ser abatido imediatamente ao chegar ao frigorífico. Contudo, o tempo de descanso que precede o abate pode proporcionar a ressíntese de glicogênio, a fim de aumentar as reservas energéticas para uma maior acidificação da carne no *pós-mortem*.

Durante o tempo de descanso no abatedouro, os frangos acomodados em caixas localizadas no centro geométrico da carroceria do veículo, receberam menor ventilação, o que ocasionou temperaturas fora da zona de conforto térmico. Nestas condições, o centro hipotalâmico é ativado para

manutenção da temperatura corporal, promoção da vasodilatação periférica e aumento dos movimentos respiratórios (BRESSAN, 1998).

Também foi observada uma correlação entre a distância e duração da viagem, associada ao tempo de espera na planta e o nível de medo das aves (KNOWLES; BROOM, 1990; NICOL; SCOTT, 1990).

Segundo Kannan et al. (1997) frangos abatidos imediatamente após o transporte de 3 horas, apresentaram maior nível de corticosterona do que os que aguardaram 4 horas em repouso, antes de serem abatidos. Resultado semelhante foi encontrado por Zhang et al. (2009) que observaram um menor nível de corticosterona para aves submetidas a um período 3 horas de descanso no abatedouro após o transporte, quando comparado com as aves que não receberam períodos de descanso ou que descansaram por um período de 45 minutos de descanso. A diminuição no nível da corticosterona proporcionada pelo descanso das aves, é benéfica para a qualidade da carne, visto que o seu nível elevado no plasma, induzido artificialmente, resultou em carnes de frangos mais pálidas (KANNAN et al., 1998).

Warriss et al. (1999) relataram que a temperatura e umidade entre as aves que permaneceram no veículo na espera do abate aumentaram rapidamente após 1 hora de espera, dada as condições de estresse pelo calor, tanto no inverno quanto no verão, o que resultou em aumento médio da temperatura corporal de 0,3°C na primeira hora e de 0,1°C para cada hora nas próximas 4 horas de medida.

Tankson et al. (2001) concluíram que o estresse induzido pelo hormônio adenocorticotropina ou por exposição ao calor causaram grandes perdas na qualidade das carnes de frango. No entanto, em perus, o tempo de transporte imediatamente antes do abate não induziu o desenvolvimento de carne PSE (OWENS; SAMS, 2000).

É sabido que períodos muito longos de descanso também levam a longos períodos de jejum. O jejum tem como função promover o esvaziamento do trato digestivo, diminuindo assim a contaminação da carcaça no abatedouro e tem início de 6 a 8 horas antes do transporte. Períodos de jejum curto não promovem o esvaziamento do trato digestivo, enquanto que períodos excessivos de jejum promovem um maior consumo de água e material de cama, além de aumentar a perda de peso das aves (JUNIOR et al., 2005).

Segundo Mendes (2001), períodos prolongados de jejum também podem afetar o pH das diversas partes do intestino, aumentando a presença de *Salmonella* e outros microorganismos patogênicos. Além disso, os intestinos ficam frágeis e a incidência do rompimento durante a evisceração tende a aumentar. Ocorre também freqüentemente o rompimento da vesícula biliar com a contaminação da carcaça, retorno do excesso de bile para fígado ou a liberação para o duodeno e moela, conferindo uma aparência esverdeada nos órgãos atingidos (CASTRO et al., 2008).

Castro et al. (2008) avaliando diferentes períodos de jejum (3, 6, 9, 12, 15 e 18 horas) observaram que quanto maior o tempo de jejum, maior é a perda de peso das aves. Para Duke et al. (1997) o aumento na perda de peso ocorre devido ao menor conteúdo intestinal no momento do abate e a desidratação ocorrida no músculo, que começa imediatamente após o início do jejum.

Além dos efeitos já mencionados, períodos longos de jejum podem levar a conversão do músculo em carnes DFD (Dark, Firm and Dry). Segundo Miller (2001) este quadro ocorre devido à redução nos níveis de glicogênio no músculo, o que diminui a queda do pH da carne. O desenvolvimento do pH *post mortem* exerce uma forte influência sobre parâmetros ligados a qualidade da carne, incluindo a capacidade de retenção de água e o desenvolvimento da cor (YOUNG et al., 2004). Desta forma a carne DFD possui como características coloração escura e textura firme, sendo mais secas, porém, como têm alta capacidade de retenção de água, quando cozidas são freqüentemente suculentas (MILLER, 2001).

2.4 CARNE PSE

A anomalia da conversão do músculo em carne PSE foi observado primeiro em suínos. Em virtude do melhoramento genético que buscou uma maior proporção de carne magra para essa espécie, observou-se uma mutação no gene da proteína rianodina que regula o fluxo de cálcio entre o retículo sarcoplasmático e o sarcoplasma. Essa mutação levou ao surgimento da Síndrome do Estresse Suíno que comprometeu a qualidade da carne pela formação da carne PSE (MAGANHINI et al., 2007).

Posteriormente, em aves, um dos primeiros relatos que apresenta a carne PSE foi descrito por Froning et al. (1978). Recentemente, devido aos prejuízos

causados por essa anomalia, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de se conhecer as possíveis causas que leva a conversão do músculo em carne PSE em aves (BARBUT et al., 1997; OLIVO et al., 1998).

Segundo Soares et al. (2003) a incidência de carnes PSE em uma planta comercial de abate de frangos no Brasil pode chegar a 22%, que segundo Oda et al. (2003) pode resultar em prejuízo de até US\$ 9 milhões por ano para as empresas brasileiras.

O prejuízo observado é devido, principalmente, a perda das propriedades funcionais da carne PSE que interferem em sua industrialização (BARBUT, 1997). A perda das propriedades funcionais observada da carne PSE deve-se a desnaturação protéica (MOREIRA, 2005).

A conversão do músculo em carne tem início quando o suprimento de oxigênio é cortado através da sangria, o que torna o músculo anaeróbico. Em anaerobiose há o consumo das reservas de glicogênio muscular. A degradação do glicogênio diminui o pH do músculo devido ao acúmulo do produto final do metabolismo anaeróbico, que é o ácido láctico. Entretanto em carne PSE ocorre rápido consumo das reservas energéticas, devido a rápida glicólise *post mortem*. Esse quadro acelera a queda do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda está elevada, o que leva a desnaturação protéica (BARBUT, 1997).

Segundo Brossi et al. (2009) a desnaturação protéica faz com que menos luz consiga ser transmitida pela fibra muscular, acabando por se dispersar. Conseqüentemente a luz não é capaz de irradiar as mioglobinas contidas no citoplasma das células musculares, conferindo assim a coloração pálida, característica de carne PSE.

Laack et al. (2000) coletaram 40 amostras (20 coloração normal e 20 coloração pálida) de um abatedouro comercial, com a finalidade de comparar amostras de coloração normal com as de coloração pálida e assim caracterizar peitos de frango PSE. Os peitos de coloração pálida apresentaram menor pH, maior valor de L* e maior perda de água por gotejamento em comparação aos de coloração normal. Os autores observaram também uma correlação negativa significativa entre o pH e valor de L*, de forma que quanto menor o pH maior foi o valor L*. Segundo os autores o pH também foi responsável pela menor capacidade de retenção de água observado para os peitos de coloração pálida.

Fletcher et al. (2000) descreveram que a variação na coloração da carne do peito 24 horas após o abate serve de indicativo para se determinar a qualidade da carne após o cozimento. Outras pesquisas têm mostrado a relação entre a cor da carne do peito crua e as suas propriedades funcionais (Qiao et al., 2001, 2002). A principal característica física que tem sido relacionada como a qualidade de carne é a luminosidade (L^*), que tem sido utilizada como índice de classificação de peito PSE. Segundo Petracci et al. (2004), as carnes de frango com $L^* > 56$ são classificadas como PSE, enquanto que Soares et al. (2002) considera $L^* > 53$.

Em aves, ao contrário que em suínos, não está claro a causa que leva a formação de carnes PSE. Alguns trabalhos vêm sendo realizados para investigar uma possível herança ligada ao gene como o encontrado em suínos (LARA et al., 2003; ODA, 2006).

Outro importante fator que também pode ter contribuído para conversão do músculo em carne PSE é ao melhoramento genético do quais as aves foram submetidas. As atuais linhagens de frangos de corte são selecionadas para um rápido crescimento e ganho de massa muscular, o que levou a modificação no metabolismo, na estrutura muscular e na qualidade da carne. Modificações como o aumento do diâmetro das fibras musculares e da proporção das fibras glicolítica, favorecera o rápido desenvolvimento do *rigor mortis*, que está associado ao aumento da palidez e a baixa capacidade de retenção de água da carne, características de carne PSE (DRANSFIELD; SOSNICKI, 1999).

Sabe-se que o manejo pré-abate quando realizado de forma incorreta ou sobre condições desfavoráveis pode também favorecer a conversão do músculo em carne PSE. De acordo com Machado (2007) o estresse ocasionado pelo manejo pré-abate, leva a condição PSE por provocar uma maior taxa de metabolismo *post mortem* e acelerada glicólise.

Segundo Bianchi et al. (2006) a temperatura de transporte afeta a coloração da carne do peito de frangos, onde aves transportadas a temperaturas inferiores a 12°C apresentaram carnes com coloração mais escura ($L^* = 51,32$), do que peitos provenientes de aves transportadas entre 12 a 18°C ($L^* = 52,85$) e carne de aves que foram transportadas com temperaturas acima de 18°C ($L^* = 53,11$). Entretanto, Owens e Sams (2000) submeteram perus por 3 horas de transporte

antes do abate e observaram maior pH e menor luminosidade da carne do peito, em relação a perus que não foram submetidos ao estresse de transporte.

2.5 MAGNÉSIO

O magnésio (Mg) é um cofator essencial para diversas rotas metabólicas (STRYER, 1996). Atua como ativador ou cofator de enzimas essenciais para reações envolvendo o ATP, principal fonte de energia do organismo (LIU et al., 2007). Além de exercer um papel importante na contração muscular (STRYER, 1996).

O tecido muscular possui enzimas antioxidantes que previnem a formação de radicais livres (CHAN; DECKER, 1994). Entre elas a catalase é uma enzima antioxidante que tem a capacidade de transformar o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio (RENZ, 2003). Trabalhos têm demonstrado que o magnésio aumenta a atividade da enzima catalase e diminui a oxidação lipídica no fígado e coxa de frangos de corte (GUO et al., 2003; LIU et al., 2007).

O magnésio pode reduzir os efeitos do estresse pela redução de cortisol e catecolaminas (KIETZMAN; JABLONSKI, 1985, citado por D'SOUZA et al. 1998). Pode reduzir a estimulação neuromuscular por ser antagônico ao cálcio e reduzir a secreção de acetilcolina por impulsos nervosos (HAGIWARA et al., 1974, citado por D'SOUZA et al. 1998). O Mg pode também reduzir a liberação de catecolaminas, norepinefrina e epinefrina dos terminais nervosos e da glândula adrenal (KIETZMANN; JABLONSKI, 1985, citado por D'SOUZA et al. 1998). As catecolaminas podem reduzir a glicólise muscular pela redução da formação do segundo mensageiro 3,5 monofosfatocíclico de adenosina (AMPc) (SUTHERLAND et al., 1965, citado por D'SOUZA et al., 1998).

Tendo em vista que o magnésio pode exercer importante papel na redução do estresse e na contração muscular, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com suínos com o objetivo de avaliar a sua influência na qualidade da carne desses animais (OTTEN et al., 1993, SCHAEFER et al. 1993, D'Souza et al., 1998, HAMILTON et al. 2002, LAHUCKY et al., 2004).

Suplementando a dieta de suínos com o aspartato de magnésio, cinco dias antes do abate, D'Souza et al. (1998) observaram menor teor ácido láctico na carne e pH mais elevado a 40 minutos e 24 horas após o abate. Além disto, as

carnes dos animais suplementados apresentaram menor porcentagem de perda de água por gotejamento, menor luminosidade (L^*) e não proporcionaram carcaça PSE.

Em trabalho com suínos, Hamilton et al. (2002) avaliaram animais de alto e baixo potencial glicolítico, os quais foram suplementados com sulfato de magnésio heptahidratado, com o fornecimento de 3,2 g Mg/dia, por um período de 0, 2, 3 e 5 dias antes do abate, e observaram que a perda de água por gotejamento foi reduzida na carne dos animais alimentados com magnésio por 2 e 5 dias antes do abate sendo que os alimentados por com 2 dias as carnes apresentaram também menor luminosidade (L^*) em relação ao tratamento controle. Já Lahucky et al. (2004) trabalharam com suínos não sensíveis ao gene do receptor rianodina e com suínos heretozigotos a este gene, que animais foram alimentados com uma dieta final suplementada com 3,6 g MgO / dia, 5 dias antes do abate e observaram que a carne dos suínos suplementados com Mg apresentaram maior pH (45 minutos pós-morte), sendo que os animais heterozigotos apresentaram valores menores. Além disto, a carne dos animais suplementados com Mg apresentou menor porcentagem de perda de água por gotejamento.

Trabalhando com suínos em terminação, Frederick et al. (2006) forneceu diferentes níveis de magnésio através água de bebida por 2 dias antes do abate (0, 300, 600 e 900 mg/L) e observaram que a suplementação de Mg via água de bebida não influenciou na perda de água por gotejamento e luminosidade (L^*), porém foi observado que ao armazenar as carnes por 4 dias, estas apresentaram uma maior oxidação na medida em que se aumentava o teor de Mg na água de bebida.

Guo et al (2003) investigaram a influência da suplementação de diferentes fontes (óxido e proteinato de magnésio) e níveis de magnésio (0,5; 1,0 e 2 g/kg) sobre o desempenho e o pH e deterioração oxidativa da coxa de frangos de corte. Os autores observaram que a suplementação de 2 g de propionato de Mg/kg de ração melhorou a conversão alimentar aos 21 dias, o que atribuíra às propriedades antiperoxidativa do proteinato de magnésio. O magnésio também foi eficaz em reduzir os valores de TBARS dos tecidos.

O aspartato tem demonstrado também ser um nutriente capaz de aumentar a resistência à fadiga durante a prática de exercícios, tanto em animais como em humanos. Entretanto não se sabe ao certo qual o mecanismo que regula

este processo fisiológico. Na literatura três mecanismos são citados: o primeiro propõem uma diminuição da hiperamonemia induzida pelo exercício, devido a aceleração da eliminação da amônia, no ciclo da uréia, principalmente via fígado; o segundo consiste na diminuição da utilização do glicogênio muscular e o terceiro aumentaria a oxidação dos ácidos graxos livres (TRADEUS, 2008).

Lancha (1991) suplementou ratos com aspartato, asparagina e carnitina e observou um aumento da quantidade de glicogênio no músculo esquelético (gastrocnêmio e sóleo). A maior quantidade de glicogênio deve-se segundo o autor, a maior utilização dos ácidos graxos livres (A.G.L) como fonte de energia. O aumento na utilização A.G.L elevou o conteúdo de acetil CoA que inibiu a degradação de glicogênio para o fim de obtenção de energia.

3 REFERÊNCIAS

- BARBUT, S. Problem of pale, soft, exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, n. 4, p. 355 - 358, 1997.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation and holding condition prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, v. 85, n. 1, p. 123-128, 2006.
- BORGES, S.A., MAIORKA, A., FISHER DA SILVA, A.V. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Revista Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.
- BRESSAN, M. C. **Fatores dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 201 p.
- BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré - abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, p. 1049 - 1059, 2002.
- BROSSI, C.; CASTILLO, C. J. C.; AMAZONAS, E. D. A.; MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré - abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1296 - 1305, 2009.
- CASTRO, J. B. J.; CASTILHO, C. J. C.; ORTEGA, E. M. M.; PEDREIRA, M. S. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 470 - 476, 2008.
- CHAN, K.M.; DECKER, E.A. Endogenous skeletal muscle antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 4 p. 403-26, 1994.
- CHIANG, W.; BOOREN, A.; STRASBURG, G. The effect of heat stress on thyroid hormone response and meat quality in turkeys of two genetic lines. **Meat Science**, v. 8, p. 615 – 622, 2008.
- DELEZIE, E.; VERBEKE, W.; TAVERNIER, J. D.; DECUYPERE, E. Consumer perception versus scientific evidence about alternatives for manual catching of broilers in belgium. **Poultry Science**, v. 86, n. 2, p. 413 – 419, 2007.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, n. 5, p. 743 – 746, 1999.
- DOKTOR, J.; POLTOWICZ, K. Effect of transport to the slaughterhouse on stress indicators and meat quality of broiler chickens. **Ann. Amin. Sci.**, v. 35, n. 3, p. 307-317, 2009.
- D'SOUZA, D.N.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J.; DUNSHEA, F.R. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 1, p. 104-109, 1998.

DUKE, G. E.; MAUREEN, B.; NOLL, S. Optimum duration of feed and water removal prior to processing in order to reduce the potential for fecal contamination in turkeys. **Poultry Science**, v. 76, n. 3, p. 516-522, 1997.

ELROM, K. Review: Handling and transportation of broilers welfare, stress, fear and meat quality, Part VI: handling of broilers. **Israel Veterinary Medical Association**, v. 56, n. 2, p. 1-3, 2001.

FLETCHER, D. L. Ante mortem factors related to meat quality. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 10th, Doorwerth, 1991. **Anais...** Beekbergen: Spelderholt Centre for Poultry Research and Information Services. 1991. p. 11-9.

FLETCHER, D. L.; QUIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH. **Poultry Science**, v. 79, n. 5, p. 784-788, 2000.

FREDERICK, B.R.; VAN HEUGTEN, E.; HANSON, D.J.; SEE, M.T. Effects of supplemental magnesium concentration of drinking water on pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 185-190, 2006.

FREEMAN, B.M.; KETTLEWELL, P.J.; MANNING, A.C.C.; BERRY, P.S. The stress of transportation for broilers. **Veterinary Record**, v. 114, n. 12, p. 286-287, 1984.

FRONING, G.W.; BABJI, A.S.; MATHER, F.B. The effect of preslaughter temperatures, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristics of turkey muscle. **Poultry Science**, v. 57, n. 3, p. 630-633, 1978.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; DA COSTA, M.J.R.P. Bem-estar das aves e suas implicações sobre o desenvolvimento e produção. I FORUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 2005, FOZ DO IGUAÇU. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2005, p. 60-68.

GAO, J.; LIN, H.; SONG, Z. G.; JIAO, H. C. Corticosterone alters meat quality by changing pre - and postslaughter muscle metabolism. **Poultry Science**, v. 87, n. 8, p. 1609-1617, 2008.

GUO, Y.; ZHANG, G.; YUAN, J.; NIE, WEI. Effects of source and level of magnesium and vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 107, p. 143-150, 2003.

HAMILTON, D.N.; ELLIS, M.; HEMANN, M.D.; McKEITH, F.K.; MILLER, K.D.; PURSER, K.W. The impact of longissimus glycolytic potential and short-term feeding of magnesium sulfate heptahydrate prior to slaughter on carcass characteristics and pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 6, p. 1586-1592, 2002.

HÖTZEL, M. J.; PINHEIRO FILHO, L. C. M. Estresse, fatores estressores e bem-estar na criação animal. Anais do XVIII Encontro Anual de Etologia. **Anais...** Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000, p. 25.

JUNIOR, M. S. A.; PEDROSO, A. C.; FRANCO, S. G.; BODZIAK, S.; SILVA, J. D. C. Efeito da duração do jejum pré-abate sobre o peso corporal de frangos de corte ao 45 dias de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Animal Science**, v. 42, n. 3, p. 188-192, 2005.

KANNAN, G.; HEATH, J.L.; WABECK, C.J.; SOUZA, M.C.P.; HOWEJ, C.; MENCH, J.A. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 523-529, 1997.

KANNAN, G.; HEATH, J.L.; WABECK, C.J.; OWENS, S.L.; MENCH, J.A. Elevated plasma corticosterone concentrations influence the onset of rigor mortis and meat color in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 322-328, 1998.

KNOWLES, T.G.; BROOM, D.M.. The Handling and transport of broilers and spent hens. **Applied Animal Behavioral Science**, v. 28, n. 1- 2, p. 75-91, 1990.

LAACK, R. L. J. M.; LIU, C. -H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY, H. D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, 2000.

LANCHA, A. H. J. **Resistência ao esforço físico: Efeito da suplementação nutricional de carnitina, aspartato e aparagina**. 1991. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos - Área de Nutrição Experimental) Universidade de São Paulo, São Paulo, 76 p.

LARA, J. A. F.; NEPOMUCENO, A. L.; LEDUR, M. C.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE em frangos ocorrência de mutações no gene receptor de rianodina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. supl. 5, p. 112-112, 2003.

LAHUCKY, R.; KÜCHENMEISTER, U.; BAHNELKA, I.; VASICEK, D.; LIPTAJ, ENDER, K. The effect of dietary magnesium oxide supplementation on postmortem ³¹P NMR spectroscopy parameters, rate of Ca²⁺ uptake and ATPase activity of M. longissimus dorsi and meat quality of heterozygous and normal on malignant hyperthermia pigs. **Meat Science**, v. 67, p. 365-370, 2004.

LIU, Y.; GUO, Y.; WANG, Z.; NIE, W. Effects of source and level of magnesium on catalase activity and gene expression in livers of broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 292-300, 2007.

LUDTKE, C.; NOGUEIRA, C. E. W.; BERTOLINI, W.; COSTA, O. A. D.; SOARES, G. J. D. **O estresse no manejo pre-abate e na qualidade da carne suína** - Concordia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 40 p. - (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, ISSN 0101-6245; 119).

MACHADO, O. D. **Desempenho e qualidade da carne de suínos suplementados com magnésio e creatina no período pré-abate**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 37 p.

MAGANHINI, M. B.; MARIANO, B. M.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. G.; SHIMOKOMAKI, E. I. IDA. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, 27:69-72. 2007.

MARCHI, D. F.; OBA, A.; SANTOS, G. R. D.; SOARES, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. Avaliação do halotano como agente estressor em frangos. **Semina: Ciência Agrárias**, v. 31, p. 405-412, 2010.

MENDES, A. A. Jejum pré-abate em frangos de corte. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v. 3, n. 3, p. 199-209, 2001.

MILLER, R.K. Obtendo carne de qualidade consistente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Centro de Tecnologia de Carnes, 2001. p. 123-142.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL, M.H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. **Animal Welfare**, v. 2, n. 1, p. 91-103, 1992.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit :solutions not problems! **Poultry Science**, v. 77, n. 12, p. 1803-1814, 1998.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. The poultry transport thermal environment_{th}-matching "on board" conditions to the birds physiological requirements. In: 16th ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM, 2004, Sydney. **Anais...** Sydney, 2004, p. 175-178.

MOREIRA, J. Causas da ocorrência de carne PSE em frangos de corte e como controla-las. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos - Avessui -, 2005, Florianópolis. **Anais...** Porto Feliz: Gessulli Agribusiness, 2005, p. 71-118.

NICOL, C.J.; SCOTT, G.B. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 57-73, 1990.

ODA, S.H.I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A.L.; BARBOSA, D.M.L.; IDA, E.I.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da carne**, v. 28, n. 321, p. 30-34, 2003.

ODA, S. H. I.; **Variações moleculares do gene codificador da proteína receptora de rianodina e a ocorrência de carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) em frangos.** 2006. Tese (Doutorado em Ciência de alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M.; FUKUSHIMA, S. Carnes PSE em frangos. **Revista Nacional da Carne**, v. 27, n. 252, p. 32-34, 1998.

OTTEN, W. ; BERGERHOFF, T.; BERRER, M.; GOLDBERG, H.M. Effects of a magnesium fumarate supplementation on catecholamines cortisol and blood metabolites in swine. In: 39th International Congress of Meat Science and Technology, 1993, Calgary. **Anais.** Calgary: Alberta, 1993, p. 82.

OWENS, C.M.; SAMS, A.R. The influence of transportation on turkey meat quality. **Poultry Science**, v. 79, n. 8, p. 1204 - 1207, 2000.

PETRACCI, M.; BETI, M.; BIANCHI, M.; CAVANI, C. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, v. 83, p. 2086-2092, 2004.

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH D.P, NORTHCUTT, J.K. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, waterholding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.

QIAO, M.; NORTHCUTT, J.K.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. Effects of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. **Poultry Science**, v. 81, n. 2, p. 276-280, 2002.

RENZ, S. V. Oxidação e antioxidantes. Disponível em: <www6.ufrgs.br/bioquímica/posgrad/BTA/oxid_antiox.pdf>. Acesso em: 23 abr. 10.

SCHETTINO, D.N.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; FIGUEIREDO T.C.; SANTOS, W.L.M. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcarça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 918-924, 2006.

SILVA, M. A. N. D.; FILHO, J. A. D. B.; SILVA, C. J. M D.; SILVA, I. J. O. D.; COELHO, A. A. D.; SALVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1126-1130, 2007.

SIMÕES, G. S. OBA, A., MATSUO, T., ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 52, p. 195 - 204, 2009.

SOARES, A.L.; LARA, J.A.F.; IDA, A.I.; GUARNIERI, P.D.; OLIVO,R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. In: International Congress of meat Science and Technology, v. 48, 2002, Roma. **Anais...** Roma, 2002, p. 540-541.

SOARES, A.L.; IDA, E.I.; MIYAMOTO, S. Phospholipase A2 activity in poultry PSE, Pale, Soft, Exudative, meat. **Journal of Food Biochemistry** v. 27, n. 4, p. 309-320, 2003.

STRYER, L. **Bioquímica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 1000 p. TRADEAU, F. Aspartate as an ergogenic supplement. **Sport Medicine**, v. 38, n. 1, p. 9 - 16, 2008.

TANKSON, J.D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J.P.; MAY, J.D.; CAMERON, J.A. Stress and nutritional quality of broilers. **Poultry Science**, v. 80, n. 10, p. 1384-1389, 2001.

União Brasileira de Avicultura (UBA). Relatório Anual de 2009. Disponível em : <<http://www.abef.com.br/uba/exibenoticiauba.php?notcodigo=2041>>. Acesso em: 20 out. 2010.

VOSLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; VITULA, F.; KOZAK, A.; VECEREK, V. Effects of transport distance and the season of the year on death rates among hens and roosters in transport to pultry processing plants in the Czech Republic in the period from 1997 to 2004. **Veterinarni Medicina**, v. 52, n. 6, p. 262-266, 2007.

WARRISS, P.D.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E.; KETTLEWELL, P.J.; MITCHELL, M.A.; BAXTER, C.A. Effects of lairage time on body temperature and glycogen reserves of broiler chickens held in transport modules. **Veterinary Record**, v. 145, n. 8, p. 218-222, 1999.

YOUNG, J. F.; KARLSSON, A. H.; HENCKEL, P. Water-holding capacity in chicken breast muscle is enhanced by pyruvate and reduced by creatine supplementation. **Poultry Science**, v. 83, n. 3, p. 400-405, 2004.

ZHANG, L.; YUE, H. Y.; ZHANG, H. J.; XU, L.; WU, S. G.; YAN, H.J.; GONG, Y. S.; QI, G. H. Transport stress in broilers: I. blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. **Poultry Science**, v. 88, n. 12, p. 2033-2041, 2009.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as formas de manejo pré-abate que proporcionem maior incidência de carnes PSE em frangos e através da nutrição de terminação das aves, procurar solucionar ou amenizar este problema.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o período de transporte que proporciona maior incidência de carnes PSE.
- Identificar o período de descanso no abatedouro que proporciona a maior incidência de carnes PSE.
- Verificar a incidência de carnes PSE decorrentes do estresse proporcionado pelo transporte e pelo período de descanso no abatedouro.
- Proporcionar as condições de ocorrência de carnes PSE e solucionar o problema através da nutrição.

5 ARTIGO 1

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE TRANSPORTE E DO PERÍODO DE DESCANSO SOBRE A QUALIDADE DE CARNE E INCIDÊNCIA DE PSE (PÁLIDA, FLÁCIDA, ESXUDATIVA) EM FRANGOS DE CORTE

5.1 RESUMO

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do período de transporte e de descanso antes do abate dos frangos na ocorrência das carnes PSE (Pale, Soft, Exudative: Pálido, Flácido e Exsudativo) e DOA (Dead On Arrival: Morte na Chegada) nas condições não comerciais durante o verão brasileiro. Aos 42 dias de idade 250 frangos machos da linhagem comercial cobb foram submetidos a diferentes períodos de transporte (0, 90 e 180 minutos) e de descanso (0, 90 e 180 minutos) antes do abate, durante as horas mais quentes do dia. Os frangos foram pesados antes e depois do transporte e do descanso para determinar a perda de peso. Após o abate foram coletadas amostras do músculo *pectoralis major* para as análises do pH 30 minutos e pH 24 horas *post mortem*, cor e a capacidade de retenção de água, ocorrência de carnes PSE e a DOA. Os frangos que receberam maior período de transporte e de descanso apresentaram maior perda de peso e DOA. A ocorrência do PSE foi maior em frangos submetidos a menores períodos de transporte sem descanso no abatedouro.

Palavras-chave: Capacidade retenção água. Coloração. Mortalidade. Transporte.

PRE SLAUGHTER DIFFERENT FACTORS MANAGEMENT ON MEAT FUNCTIONAL PROPERTIES AND INCIDENCE OF PSE (PALE, SOFT, EXUDATIVE) BROILER MEAT

5.2 ABSTRACT

Abstract: The aim of this study was to evaluate the influence of the periods of journey on broiler chicken and lairage prior to slaughtering on the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and Death On Arrival (DOA) in non-commercial conditions in the Brazilian summer. Male birds (n=250) from a commercial line cobb were submitted to different periods of journey (30, 90, and 180 min) and lairage (0, 90, and 180 min) before slaughtering, during the warmest hours of the day. The broiler chicken were weighted before and after the journey and lairage in order to assess their weight loss. Samples of the *pectoralis major* were collected for pH analysis 30 minutes and 24 hours *post mortem*, the meat colour and water holding capacity, the incidence of PSE meat and DOA. Broiler chicken submitted to longer journey periods and also longer lairage as well showed both higher weight loss and DOA. The incidence of PSE meat was higher in broiler chicken submitted to shorter journey periods without lairage at the slaughter house, while DOA was more frequent in conditions of longer journeys and also longer lairage as well.

Keywords: Water holding capacity. PSE meat. Color abnormalities. Broiler management.

5.3 INTRODUÇÃO

O bem-estar de frangos de corte tem sido um grande desafio para indústria avícola, e sabe-se que a realização do manejo pré-abate de forma adequada pode evitar condições de estresse que levam ao comprometimento da qualidade da carne, como no caso do PSE (pálida, flácida e exsudativa) e da DOA (Dead On Arrival: Morte Na Chegada) (MITCHEL; KETTLEWELL, 1998, BARBUT et al., 2008, OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

A carne PSE origina-se de um rápido declínio do pH enquanto a carcaça do animal ainda esta quente, que leva a desnaturação das proteínas miofibrilares, o que altera suas propriedades funcionais (SOSNICKI et al., 1998, OLIVO et al., 2001).

Diversos são os fatores relatados para frangos de corte que estimula a formação da carne PSE, particularmente o transporte, período de descanso e as condições do abate. Além disso, o trajeto da granja até o abatedouro expõe as aves a outros fatores estressantes tais como calor, aceleração do veículo, jejum de água e alimento, mistura social e ruídos (MITCHEL; KETTLEWELL, 1998, SIMÕES et al., 2009 a, b).

O estresse calórico, durante o transporte, destaca-se como uma das principais causas de DOA e desenvolvimento de carne PSE (LANGER et al., 2009, SIMÕES et al., 2009 a, b). Isto também foi relatado por Warriss et al. (1992) e Petracci et al. (2006), que observaram na Europa um aumento de mortalidade com o estresse do transporte.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia do período do transporte e de descanso sobre a incidência de PSE e DOA em frangos de corte.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Animais e Manejo

O experimento foi realizado durante a estação de verão na Fazenda Escola da Universidade de Londrina e foram utilizados 250 frangos machos da linhagem comercial cobb.

Os frangos de corte foram submetidos a jejum alimentar médio de 8 horas. Em seguida foram apanhadas e colocadas em caixas de transporte com dimensão de 772 x 570 x 303 mm, numa densidade de 9 aves por caixa, as quais foram colocadas na carroceria do caminhão e transportadas por diferentes períodos (30, 90 e 180 minutos) e submetidos a diferentes períodos de descanso no abatedouro (0, 90 e 180 minutos).

O transporte ocorreu nos horários mais quentes do dia, isto é, das 10:30 às 13:30 horas, com temperatura média de 33° C. O estresse foi agravado ainda pela baixa ventilação e velocidade do caminhão, visto que o trajeto deste foi apenas por estrada de terra, e com pouca ventilação. Após o transporte, as aves foram submetidas a descanso pré-abate, sendo mantidas a sombra, com ventilação natural.

As aves foram abatidas conforme prática comercial, com pendura, insensibilização por eletronarcole, sangria, escaldagem, depenagem, evisceradas e coletadas as amostras do músculo *pectoralis major*, que foram identificados e embalados em sacos plásticos, os quais foram colocados em chiller a 3±2 °C e em seguida foram armazenados em geladeira por um período de 24 horas para posteriores análises.

5.4.2 Mensuração da Cor e do Ph

A mensuração do pH das amostras foi realizada através da inserção de eletrodo na parte cranial do *pectoralis major*, usando um potenciômetro (Testo 205 pHmeter). O pH inicial (pHi) e o final (pHf) foram mensurados a 30 minutos e 24 horas *post mortem* respectivamente, conforme o relatado por Olívo et al. (2001).

A mensuração da cor foi realizada em três diferentes pontos da face ventral do *pectoralis major* 24 horas *post mortem* (OLÍVO et al. 2001). Para esta análise foi utilizado o colorímetro Komica Minolta CR10 (Osaka, Japão) e os resultados foram expressos em L* (luminosidade), a*(componente vermelho - verde) e b* (componente amarelo - azul) do sistema de cor CIELAB.

5.4.3 Classificação das Amostras

O valor de L^* foi utilizado como parâmetro para a classificação das amostras, sendo os filés com valores de $L^* > 53$ foram classificados como PSE e com valores intermediários, $44 < L^* < 53$, como Normal (SOARES *et al.*, 2002).

5.4.4 Mensuração da Capacidade de Retenção de Água

A medida de capacidade de retenção de água foi realizada 24 horas *post mortem* no músculo *pectoralis major* de acordo com o método descrito por Hamm *et al.* (1960). Foram retirados 2g (+/- 0,10g) da parte cranial do músculo *pectoralis major* e analisado em duplicata, em seguida as amostras foram colocadas entre dois papéis filtro e duas placas de acrílico e mantidas por 5 minutos sobre um peso de 10 kg. Logo após as amostras foram pesadas e a capacidade de retenção determinada através da fórmula: $100 - [(P_i - P_f / P_i) \times 100]$, sendo que o P_i e P_f são os pesos inicial e final, respectivamente.

5.4.5 Análises Estatística

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 (30, 90 e 180 minutos de transporte x 0, 90 e 180 minutos de descanso ao abate), com 28 repetições por tratamento, sendo que cada ave representou uma unidade experimental. Foi utilizado o teste de Tukey para determinar diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias dos grupos das aves. Para a comparação da frequência de carnes PSE e DOA entre os tratamentos foi utilizado o teste do Qui-quadrado.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1 Condições de Transporte e Descanso

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que quanto maior o período de transporte e de descanso, maior ($P < 0,01$) é a porcentagem de perda de peso das aves, porém, entre os períodos de 90 e 180 minutos de descanso não

houve perdas significativas, mostrando que após os 90 minutos, a ave perde pouco peso, se estiver em condições não tão estressantes.

Pelo desdobramento da interação entre o período de transporte e o período de descanso das aves pode-se observar (Tabela 2) que nas aves transportadas por 30 minutos o fornecimento do período de descanso proporcionou maiores ($P < 0,01$) porcentagens de perdas de peso, porém não houve diferença significativa entre os períodos de descanso de 90 e 180 minutos. Já para o período de transporte de 90 minutos, observa-se que o não fornecimento ou fornecimento de 90 minutos de descanso no abatedouro proporcionaram porcentagens de perdas semelhantes, enquanto que o período de descanso de 180 minutos ocasionou maior ($P < 0,01$) porcentagem de perda de peso. Já para o período de transporte de 180 minutos, observou-se que o não fornecimento de descanso, proporciona as aves menor porcentagem de perda de peso, enquanto que o período de descanso de 90 minutos a maior perda ($P < 0,01$).

Tabela 1 – Porcentagem de perda de peso durante o manejo de transporte e descanso antes do abate

Tratamentos	% perda peso
Período transporte, minutos (T)	
30	2,41
90	5,05
180	4,52
Teste F	114,59
DMS	0,59
Período descanso, minutos (D)	
0	2,62
90	5,76
180	5,55
Teste F	55,25
DMS	0,59
F da interação T x D	7,05**
CV	29,74

¹ Na mesma coluna, médias seguidas de letras diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ($P < 0,01 = **$). DMS: Diferença mínima significativa; CV: Coeficiente de variação.

Tabela 2 – Desdobramento da interação entre o período de transporte e descanso no abatedouro para porcentagem de perda de peso de frangos de corte

Período transporte (min)	Períodos descanso (min)			Teste F
	0	90	1S0	
S0	1,45bC	2,66aB	S,12aB	1S,09**
90	2,56bB	2,SSbB	S,69aB	S,57**
1S0	S,S5cA	5,7SaA	4,SSbA	22,6S**
Teste F	S5,21**	75,07**	1S,42**	

DMS para teste de Tukey para período de transporte e descanso = 0,68¹ Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, e na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ($P < 0,01 = **$);

Ao se analisar a perda de peso das aves que não foram submetidas ao período de descanso, observa-se que a perda de peso foi maior ($P < 0,01$), à medida que estas foram transportadas por mais tempo. Já para os períodos de descanso de 90 e 180 minutos observar-se que as porcentagens de perda de peso das aves transportadas por 180 minutos são maiores ($P < 0,01$), enquanto que o transporte de 30 e 90 minutos proporcionaram perdas semelhantes. Estes resultados eram esperados em virtude de que quanto maior o tempo que aves ficam em jejum em condições de estresse térmico, perdem grande quantidade de água e fezes, e mesmo no período de descanso, em condições não tão estressantes, continua a ocorrer perda de peso, visto que as aves continuam em jejum. Os valores observados foram superiores aos relatados por Bilgili et al. (1989) e Mendes et al. (2001) que foram de 0,5 a 2% do peso durante o transporte. Aparentemente nas condições em que foi realizado este experimento, as aves não conseguiram alcançar a homeostasia, o que deixou claro a necessidade de controle das condições de estresse severo. A rotina comercial destes manejos envolve a aspersão de água na granja e no abatedouro (SIMÕES et al., 2009 a, b).

5.5.2 Mensuração do pH e CRA

Os valores encontrados para pH inicial, pH final e CRA (Tabela 3) não apresentaram diferenças significativas, enquanto que para os resultados de coloração (Tabela 4) foram encontradas diferenças significativas para intensidade de L^* e a^* . A intensidade de L^* foi menor ($P < 0,05$) para os peitos das aves transportadas por 180 minutos, em relação as aves transportadas por 30 e 90 minutos; não havendo diferenças significativas entre estes dois últimos. Isto pode ter

ocorrido em função de que o maior período de transporte proporcionou maior estresse térmico e gasto das reservas energéticas, apesar de não ter apresentado maior pH, os peitos provenientes de aves transportadas por 180 minutos apresentaram maior intensidade de vermelho e menor de luminosidade.

Ao se avaliar o desdobramento da interação entre o período de transporte e o descanso no abatedouro, pode-se observar que o peito das aves transportadas por 30 minutos, independente do período de descanso, não apresentaram alteração em sua luminosidade, enquanto que o peitos das aves transportadas por 90 minutos e que não foram submetidas ao descanso apresentaram o menor ($P<0,05$) valor de luminosidade em relação aos peitos dos frangos que tiveram um período de descanso de 90 minutos, porém semelhante a carne dos frangos que tiveram um período de descanso de 180 minutos.

Já as aves que foram transportadas por 180 minutos, e que tiveram um descanso de 90 minutos apresentaram o peito com a menor luminosidade ($P<0,01$), enquanto que o fornecimento de descanso ou não proporcionou significativamente as maiores luminosidades. Os resultados mostram que períodos de transporte curtos proporcionam carnes de peito com elevada luminosidade, independente do período de descanso.

Tabela 3 – Resultados das análises de pH inicial, pH final e capacidade retenção de água (CRA) de peitos de frangos submetidos a diferentes fatores pré-abate

Tratamento	pH inicial(15 min)	pH final(24 horas)	CRA(24 horas)
Período transporte, minutos (T)			
30	6,56	5,89	67,05
90	6,55	5,83	68,48
180	6,55	5,79	69,06
Teste F	0,64	1,79	2,38
DMS	0,62	0,13	2,27
Período descanso, minutos (D)			
0	6,54	5,84	67,06
90	6,53	5,87	68,61
180	6,59	5,81	68,92
Teste d F	2,29	0,65	2,22
DMS	0,62	0,13	2,27
F de interação de T x D	0,52	0,76	0,98
CV	2,39	5,52	4,44

DMS: Diferença mínima significativa; CV: Coeficiente de variação

Tabela 4 – Resultados de luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) de peitos armazenados a 4 °C por 24 horas, provenientes de frangos de corte submetidos a diferentes fatores pré-abate

Tratamentos	L*	a	b*
Período Transporte, min (T)	55,50 a ¹		
30		1,68 b	12,55
90	55,50 a	1,86 ab	12,03
180	54,34 b	2,28 a	12,35
Teste F	4,55 *	4,04*	1,30
DMS	1,04	0,51	0,79
Período descanso (D)			
0	55,15	1,94	12,35
90	54,93	1,99	12,46
180	55,27	1,90	12,20
Teste F	0,30	0,93	0,30
DMS	1,04	0,51	0,79
F de interação T X E	6,05 **	0,28	2,25
CV	4,68	66,63	15,89

Estes resultados estão de acordo com trabalhos encontrados na literatura que mostram que aves transportadas por curta distâncias, nas condições de verão do Brasil, apresentam maior valor de L*. Já para períodos de transporte muito longos (180 minutos) é aduado proporcinar um período de descanso intermediário (90 minutos), para que a ave recupere sua homeostasia, visto que o estresse foi muito prolongado, porém o período de descanso não deve ser tão longo (180 minutos), pois devido principalmente ao seu quadro de jejum alimentar e hídrico, prejudica a luminosidade da carne.

Tabela 5 – Desdobramento da interação entre os períodos de transporte e o períodos de descanso no abatedouro para a luminosidade da carne de peitos de frangos

Período transporte _ (min)	Períodos descanso (min)			Teste F
	0	90	180	
30	55,64 aA	55,76 aA	55,11 aA	0,41NS
90	54,48 bA	56,51aA	55,52 abA	3,51*
180	55,33 aA	52,52bB	55,17 aA	8,49**
Teste F	1,23 NS	15,26**	0,17	

DMS para teste de Tukey para período de transporte e descanso = 1,81

¹ Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, e na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey (P<0,01=** e P<0,05 = *);

^{ns}= Não significativo

5.5.3 Avaliação da DOA e Carne PSE

Na Tabela 6 estão demonstrados os resultados para a DOA e a incidência de carne PSE das amostras das aves submetidas a diferentes períodos de transporte e descanso no abatedouro. Estes resultados mostram a clara importância da aspersão de água no abatedouro, como o realizado na rotina dos abatedouros comerciais (SIMÕES et al., 2009 a, b).

Neste experimento, foi observada elevada incidência de carnes PSE independentemente do tratamento que as aves foram submetidas. A maior incidência de carne PSE foi observada para as aves que foram transportadas por 30 e 90 minutos e abatidas na chegada ao abatedouro, isto é, sem aplicação do período de descanso. Entretanto, o fornecimento de 90 minutos de descanso proporcionou a diminuição da incidência de carne PSE. Isto pode ter ocorrido em função de que o maior tempo de descanso no abatedouro, permite as aves alcançarem gradualmente a homeostasia.

Tabela 6 – Valores de porcentagem de mortalidade de frangos de corte e incidência de carne com característica PSE (Pale, Soft, Exudative), submetidos a diferentes manejos pré-abate

Período (minutos) transporte/descanso	Número de aves	Números de amostras vivas	Mortalidade %	Amostras PSE	Incidência de PSE %
30 / 0	28	25	10,71	23	92,00
30 / 90	28	28	0	24	85,71
30 / 180	28	28	0	20	71,43
90 / 0	28	28	0	17	60,71
90 / 90	28	28	0	25	82,29
90 / 180	28	27	3,57	22	81,48
180 / 0	28	25	10,71	21	84,00
180 / 90	28	12	57,14	6	50,00
180 / 180	28	19	32,14	12	63,16

Foi observado que as aves que foram transportadas pelo menor período de transporte e que não foram submetidas ao período de descanso apresentaram maior porcentagem de DOA em relação às aves que foram submetidas ao mesmo período de transporte, mas com o fornecimento de descanso antes do abate. Isto ocorreu em função do número reduzido de aves, onde em um total de 28 aves analisadas, apenas três morreram o que representou uma mortalidade de 10,71%, que foi devido ao acaso.

Observar-se que os frangos apresentaram DOA maior quando submetidos a longos períodos de transporte (180 min.), sendo que o aumento do

período de descanso, também proporcionou aumento na mortalidade. Em um experimento conduzido no Reino Unido por Warris et al. (1992) foi observado que a incidência de mortalidade para aves submetidas a período de transporte inferior a 4 horas foi de 0,156 %, enquanto que para períodos superiores a 9 horas, a incidência aumentou aproximadamente 80 % indo para 0,283%. Em um estudo semelhante na Itália, Petrucci et al. (2005) encontraram que o menor período de transporte (3,5 horas), a porcentagem de DOA observada foi 0,24% e para maiores períodos (> 5 horas) foi 0,45%.

Em recente levantamento realizado sobre condições de verão no Brasil, os resultados preliminares indicam que para distância de 15 a 55 km a porcentagem de DOA variou de 0,15 a 0,26% (SIMÕES et al., em preparação). Estes números variaram também com a aspersão de água após carregamento na granja. A aspersão de água demonstra ter importante influência no bem estar das aves, visto que a taxa de mortalidade diminuiu pela metade durante longos períodos de transporte após o tratamento.

A alta incidência de DOA observada no presente trabalho (Tabela 6) se explica parcialmente pela não existência deste manejo, visto que as aves não receberam o tratamento com aspersão de água, demonstrando a importância da técnica em condições brasileiras. Outro fator que determinou a alta incidência de DOA em longos períodos de transporte foi que as caixas de frangos foram colocadas logo atrás da cabine do caminhão, que andou apenas por estrada de terra, em baixas velocidades, não proporcionando assim ventilação adequada aos animais.

Os resultados apresentados na Tabela 6 mostram que a ocorrência de carne PSE e DOA foi maior em períodos menores de transporte e sem período de descanso para o abate e em períodos longos de transporte com descanso para o abate, respectivamente, embora ambos sejam causados pelo estresse térmico.

Tem sido demonstrado que alta temperatura e umidade relativa do ar (UR) são condições que aumentam a taxa de incidência de carne PSE, como o demonstrado por Simões et al. (2009 a, b) em aves transportadas por caminhões sobre condições comerciais brasileiras de verão. As amostras de carne dos frangos localizados na traseira do caminhão apresentaram maior incidência de PSE devido a temperatura e UR mais elevadas em comparação às amostras dos frangos localizadas na parte frontal e no meio do caminhão.

Os resultados obtidos indicam a importância da diminuição da temperatura durante o manejo pré-abate, que pode ser realizado através da aspersão de água depois do carregamento do caminhão na granja e na chegada ao abatedouro. Como o demonstrado por Guarnieri et al. (2002, 2004), este procedimento é benéfico para os animais e conseqüentemente para a qualidade da carne.

O motivo das mortalidades observadas parece estar relacionado à insuficiência cardíaca aguda (14%) e congestiva (37 %) e trauma (32 %), como o discutido por Petracci et al. (2006), sugerindo que a DOA é decorrente principalmente de fatores pré-abate que por fatores e não por condições patológicas pré existentes.

5.6 CONCLUSÃO

A associação entre longos períodos de transporte e de descanso no abatedouro promoveu maior porcentagem de DOA, enquanto que a ocorrência de carne PSE foi maior em períodos menores de transporte e sem descanso.

5.7 REFERÊNCIAS

BARBUT, S.; SOSNICKI, A. A.; LONERGAN, S. M.; KNAPP, T.; CIOBANU, D. C.; GATCLIFFE, L. J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E. W. Progress in reducing the pale soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v. 79, n. 1, p. 46-63, 2008.

BILGILI, S. F.; EGBERT, W. R.; HOFFMAN, D. L. Research note: effect of postmortem ageing temperature on sarcomere length and tenderness of broiler Pectoralis major. **Poultry Science**, v. 68, n. 11, p. 1588-1591, 1989.

GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SOARES, A.; IDA, E. I.; LARA, J. A. F.; SHIMOKOMAKI, M. Bem estar animal e qualidade da carne das ave: uma exigência dos consumidores. **Revista Nacional da Carne**, v. 26, n. 301, n. 4, p. 36-44, 2002.

GUARNIERI, P. D.; SOARES, A. L.; OLIVO, R.; SCHNEIDER, J. P.; MACEDO, R. M.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter halding, with water shower breast meat in comercial plant. Biochemical and Ultrastructural observations. **Journal Food Biochemistry**, v. 28, p. 269-277, 2004.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced in Food Research**. v. 10, p. 335-362, 1960.

LANGER, R. O. S., SIMÕES, G. S., SOARES, A. L., OBA, A., ROSA, A., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Broiler transportation conditions in Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161-1167, 2010.

MENDES, A. A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FCTA, 2001, p. 79 - 99.

MITCHELL, M. A., KETTLEWELL, P. J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solution not problem. **Poultry Science**, v. 77, n. 12, p. 1803-1814, 1998.

OLIVO, R., SOARES, A. L., IDA, E. I., SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal Food Biochemistry**, v. 25, n. 5, p. 271-283, 2001.

OLIVO, R. AND SHIMOKOMAKI, M. (2006), Carne PSE em Frangos. In: **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes** Shimokomaki et al. eds., 2001 São Paulo: Varela, p. 95-104.

PETRACCI, M., BIANCHI, M., CAVIANI, C. Preslaughter factors affecting mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. In: Proc. XVII Eur. Symp. Qual. Poul. Meat.,(2005), Doorwerth. **Anais...** Doorwerth, 2005, p. 104-107.

PETRACCI, M., BIANCHI, M., CAVANI, C., GASPARI, LAVAZZA, P. Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys, and spent hens under commercial slaughtering. **Poultry Science**, 85, n. 9, p. 1660-1664, 2006.

SIMÕES, G. S., ROSSA, A, OBA, A., MATSUO, T., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E.I. Transporte e ocorrência de PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e a-DFD (*Dark, Firm, Dry*) em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v. 23, n. 1, p. 20-30, 2009 a.

SIMÕES, G. S. OBA, A., MATSUO, T., ROSSA, A., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 52, p. 195-204, 2009 b.

SOARES, A. L. ; LARA, J. A. F. ; IDA, E. I. ; GUARNIERI, P. D. ; OLIVO, R. ; SHIMOKOMAKI, M. . Variation in the Colour of Brazilian Broiler Breast Fillet. In: 48th International Congress of Meat Science and Technology, 2002, Roma. **Anais...** Roma: Congress Proceedings of ICoMST, 2002. v. 48. p. 540-541.

SOARES, A., L., IDA, E. I., MIYAMOTO, S., BLAZQUEZ, F. J. H., OLIVO, R., PINHEIRO, J. W. AND SHIMOKOMAKI, M. (2003), Phospholipase A2 activity in poultry PSE, Pale, Soft, Exudative. **Journal Food Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 309-319, 2003.

SOSNICKI, A.A. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal of Muscle Foods**, v. 9, n. 1, p. 13 - 23, 1998.

WARRIS, P. D., BEVIS, E. A., S. N. Brown, Edwards, J. E. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in chickens. **Poultry Science**, v. 33, p. 201-206, 1992.

6 ARTIGO 2

DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETA DE TERMINAÇÃO SUPLEMENTADA COM DIFERENTES FONTES E NÍVEIS DE MAGNÉSIO

6.1 RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de diferentes fontes e níveis de magnésio na dieta de terminação sobre o desempenho zootécnico e qualidade da carne, de frangos de corte. Foram utilizados 240 frangos machos da linhagem comercial cobb, submetidos as diferentes fontes de magnésio, sulfato e aspartato, e níveis de 1,5 e 3,0 g magnésio/kg de ração durante o período de 36 aos 42 dias de idade. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial $2 \times 2 + 1$ um controle negativo, com 4 repetições por tratamento. Ao final do período experimental foram pesados a sobra de ração e os frangos para determinar o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar. Aos 42 dias de idade, duas aves, com peso médio, por parcela experimental foram submetidas a 30 minutos de transporte e abatidas na chegada ao abatedouro. Foram coletadas amostras de sangue para determinar o nível de magnésio, cálcio, glicose e lactato, e do músculo *pectoralis major* para determinar pH 30 minutos e 24 horas *post mortem*, cor, capacidade de retenção de água e a oxidação lipídica. Observou-se que aves suplementadas com aspartato de magnésio e com o maior nível de magnésio apresentaram menor ganho de peso. Houve também efeito de interação entre a fonte e nível de magnésio para o consumo de ração, onde os frangos suplementados com 3 g de magnésio/kg proveniente da fonte de aspartato de magnésio apresentaram menor consumo de ração. Frangos suplementados com maior nível de magnésio apresentaram maior nível sérico de magnésio e lactato, e menor oxidação lipídica da carne. Enquanto que frangos suplementados com aspartato de magnésio apresentaram maior nível de glicose, maior valor de L^* e menor oxidação lipídica da carne. O magnésio quando suplementado através da fonte de aspartato de magnésio diminui o ganho de peso e o consumo de ração, contudo aumentou a vida de prateleira, pois reduziu a oxidação lipídica da carne.

Palavras-chave: Desempenho. Lactato. Magnésio. Oxidação lipídica.

PERFORMANCE AND QUALITY OF BROILER CHICKEN MEAT FED ON A FINISHING DIET SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT MAGNESIUM SOURCES AND LEVELS

6.2 ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of supplementation with different magnesium sources and levels on the finishing diet on the performance and meat quality of broiler chicken. Male commercial line Cobb 240 broiler chicken were used, submitted to different magnesium sources, sulfate and aspartate, and levels 1,5 and 3,0 g Mg/kg of ration during the period 36 to 42 days. It was used a completely randomised design with factorial arrangement 2X2+1 negative control, with four duplications per treatment. After the experiment period the leftovers of the ration plus the birds themselves were weighted in order to assess the weight gain, the feed intake and feed conversion. At the age of 42 days two birds, with average weight, by experimental plot size were submitted to a 30 minutes journey and slaughtered at their arrival to the slaughter house. Blood samples were collected in order to assess the levels of magnesium, calcium, glucose and lactate, and the muscle *pectoralis major* in order to rate the pH 30 minutes and 24 hours *post mortem*, the meat colour, the water holding capacity and lipid oxidation. There was also an interaction between the magnesium source and its levels for feed intake, when broiler chicken supplemented with 3 g of Mg/ kg by the source magnesium aspartate showed less feed intake. Broiler chicken supplemented with a higher magnesium level showed higher magnesium and lactate levels, and lower meat lipid oxidation. Magnesium supplementation by the source of magnesium aspartate reduced the weight gain and feed intake, despite extending the shelf- life by reducing the meat lipid oxidation.

Keyword: Lactate. Lipid oxidation. Magnesium. Performance.

6.3 INTRODUÇÃO

As atuais linhagens comerciais de frango de corte foram obtidas através de um programa de seleção para obtenção de um rápido crescimento e conformação corporal, favorecendo especialmente os músculos do peito (SCHEUERMANN et al., 2003). Essa seleção predispôs as aves a miopatias no músculo peitoral profundo e desenvolvimento de carnes PSE (pálida, flácida e exsudativa) (YOST et al., 2002).

As carnes PSE são decorrentes da rápida glicólise *post-mortem*, originadas de frangos que sofreram estresse no manejo pré-abate (LARA et al., 2002). Entre os manejos pré-abate que expõe as aves a situações estressantes

destacam-se a privação de alimentos, engradamento, transporte (DELEZIE et al., 2007).

Desta forma são necessárias alternativas que busquem diminuir o estresse das aves durante o manejo pré-abate, e o magnésio (Mg) vem de encontro a essas necessidades, pois pode reduzir o efeito do estresse pela redução de cortisol e catecolaminas (KIETZMAN; JABLONSKI, 1985, citado por D'SOUZA, 1998). Além disto, pode também reduzir a estimulação neuromuscular por ser antagonico ao cálcio (ROSENVOLD; ANDERSEN, 2003).

Algumas pesquisas têm investigado a ação do Mg na qualidade da carne de suínos. Panella-Rieara et al. (2008) pesquisaram o efeito da suplementação de carbonato de magnésio ($MgCO_3$) e L-Triptofano em diferentes genótipos de suínos, gene halotano positivo e halotano negativo, sobre o bem-estar animal, a qualidade da carcaça e da carne. Os autores verificaram efeito positivo no bem-estar do grupo halotano positivo para os animais que receberam a dieta suplementada com $MgCO_3$. Porém, não foi observado efeito para a qualidade da carcaça e da carne, contradizendo o encontrado por Tang et al. (2009) que observaram uma melhora na coloração da carne e na força de cisalhamento ao suplementar a dieta final de suínos com aspartato de magnésio.

Em frangos de corte o magnésio foi eficaz em reduzir os valores de TBARS dos tecidos e elevar o nível de atividade da enzima catalase (GUO et al., 2003 a). Resultados semelhantes foram encontrados por Liu et al. (2007 a) que observaram um aumento na expressão do mRNA da enzima catalase que melhorou consequentemente a atividade desta enzima.

Contudo pouca atenção tem sido dada ao magnésio que normalmente não é incluso nas misturas minerais utilizada na avicultura (LIU et al., 2007 a). Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes e níveis de magnésio, sobre a produção, qualidade de carne e a incidência de files de peitos PSE de frangos de corte submetidos a estresse de transporte.

6.4 MATERIAIS E MÉTODOS

6.4.1 Local experimental e Tratamentos

O trabalho foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina, localizada em Londrina na região norte do estado do Paraná, durante a estação do verão.

Para a realização do experimento foram utilizados 240 frangos de corte com 35 dias de idade da linhagem comercial cobb. O delineamento foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial $2 \times 2 + 1$, sendo os fatores dois níveis (1,5 e 3,0 g Mg/kg de ração) e duas fontes de magnésio, uma inorgânica (sulfato) e outra quelatada (aspartato), mais um tratamento controle, sem suplementação de magnésio, com 4 repetições por tratamento, contendo 12 aves por parcela experimental. A ração fornecida para as aves foi formulada de acordo com as recomendações mínimas estabelecidas por Rostagno et al. (2005). Todas as aves receberam o mesmo manejo e rações até os 35 dias de idade. Após este período, as aves foram pesadas para uniformização das parcelas experimentais, para o início do período experimental que teve a duração de 7 dias. Foram coletadas amostras das rações experimentais para determinar o nível de magnésio. O magnésio foi extraído conforme metodologia proposta por Silva (1999) e quantificada por espectrofotometria de absorção atômica.

6.4.2 Manejo

O manejo adotado neste trabalho foi o empregado tradicionalmente em granjas comerciais, com água e ração *ad libitum*. Aos 42 dias de idade as parcelas experimentais foram pesadas para determinação do consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória. Após um jejum alimentar de 8 horas, duas aves por parcela experimental, representando o peso médio da parcela, foram submetidas ao manejo pré-abate de 30 minutos de transporte, sem descanso no abatedouro, conforme Oba et al. (2009), visto que este manejo proporcionou a maior incidência de carnes PSE. Para o abate, as aves foram insensibilizadas, por aparelho da marca Fluxo, modelo FX 2.0, produzido na cidade de Chapecó (SC), em seguida foi cortada a artéria e veia jugular, escaldada,

despenada, eviscerada e removido as amostra do músculo do peito. As amostras coletadas (*pectoralis major*) foram colocadas em saquinhos plásticos identificados, e colocados em água com gelo e encaminhadas ao laboratório, onde foram armazenadas em geladeira por um período de 24 horas a 4°C para realização das posteriores análises.

6.4.3 Coleta de Sangue

Após o transporte das aves, antes do abate, foram coletadas amostras de sangue da veia braquial da asa para a realização de análises sangüíneas de Magnésio, glicose, cálcio e lactato. Para isto foram utilizados kits comerciais da marca Analisa, sendo utilizado o método colorimétrico.

6.4.4 Mensuração de pH e Cor

A mensuração do pH das amostras de carne dos peitos foi realizada através da inserção de eletrodo na parte cranial do músculo *pectoralis major*, usando potenciômetro de contato (Testo 205). O pH inicial (pHi) e o final (pHf) foram mensurados 30 minutos e 24 horas *post mortem*, respectivamente, conforme o relatado por Olivo et al. (2001).

A mensuração da cor foi realizada em três diferentes pontos da face ventral do *pectoralis major* 24 horas *post mortem* (OLIVO et al. 2001). Para esta análise foi utilizado o colorímetro Komica Minolta CR10, produzido em Osaka, Japão e os resultados foram expressos em L* (luminosidade), a*(componente vermelho - verde) e b* (componente amarelo - azul) do sistema CIELAB.

6.4.5 Classificação das Amostras

O valor de L* foi utilizado como parâmetro para a classificação das amostras, sendo que os filés com valores de $L^* > 53$ serão classificados como PSE e com valores intermediários, $44 < L^* < 53$, como Normal (SOARES et al., 2002).

6.4.6 Mensuração da Capacidade de Retenção de Água

A medida de capacidade de retenção de água foi realizada 24 horas *post mortem* no músculo *pectoralis major* de acordo com o método descrito por Hamm et al. (1960). Foram retirados 2g (+/- 0,10g) da parte cranial do músculo *pectoralis major* e analisados em duplicata. Em seguida as amostras foram colocadas entre dois papéis de filtro e duas placas de acrílico e mantidas por 5 minutos sobre um peso de 10 kg. Logo após as amostras foram pesadas em balança analítica e a capacidade de retenção determinada através da fórmula: $100 - [(P_i - P_f / P_i) \times 100]$, sendo que o P_i e P_f são o peso inicial e final, respectivamente.

6.4.7 Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica foi determinada segundo a metodologia proposta por Pikul et al. (1989). Para esta análise pesou-se aproximadamente 10g do músculo *pectoralis major* e homogenizou-se com 50 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5 %. Em seguida o sobrenadante foi filtrado e alíquotas de 4 mL foram misturadas com 5 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) e colocadas em banho fervente, esfriadas e medidas em espectrofotômetro, UV - visível Cintra 20, a 538 nm.

6.4.8 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias do fatorial, fontes * níveis de magnésio foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias do controle negativo * fatorial, pelo teste Dunnett de 5 % de significância. Para as análises foi utilizado o programa estatístico SAEG. Para a comparação da frequência de carnes PSE entre os tratamentos foi utilizado o teste do Qui-quadrado.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.5.1 Nível de Magnésio na Ração e Desempenho Zootécnico

Observou-se que o nível de magnésio para as rações experimentais foram de 2,465, 3,880, 6,256, 3,820 e 5,448 g de Mg/kg por kg de ração, sendo estes respectivamente para o tratamento controle, 1,5 e 3,0 g de Mg/kg de ração proveniente da fonte de sulfato de Mg e 1,5 e 3,0 g de Mg/kg de ração proveniente da fonte aspartato de Mg.

Não houve diferenças significativas entre as médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar entre as rações com e sem magnésio. Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que a suplementação de magnésio, proveniente da fonte quelatada diminui o ganho de peso das aves ($P < 0,01$). O ocorrido deve-se provavelmente ao menor consumo de ração das aves alimentadas com dietas suplementadas com 3 g Mg/kg de ração (Tabela 2). A suplementação com o maior nível de magnésio também diminuiu o ganho de peso das aves ($P < 0,05$). Foi observado que no último dia experimento as aves suplementadas com magnésio apresentaram diarreia. Como se sabe o magnésio é capaz de aumentar a motilidade intestinal (TOMAZ; MORAES et al., 2006), que poderia explicar a diarreia e o menor ganho de peso.

Houve também efeito de interação entre fonte x nível de magnésio sobre o consumo de ração, sendo que o desdobramento da interação mostra (Tabela 2) que somente o fornecimento de 3 g Mg/kg da ração causou redução no consumo de ração. O aspartato é classificado como um aminoácido glicogênico, capaz de ser convertido em glicose pela gliconeogênese. A glicose está diretamente relacionada com a saciedade (teoria quimiostática). Quando o animal está saciado há um estímulo no centro da saciedade que inibe o centro da fome, causando diminuição do consumo (HAESE; BÜZEN, 2005). Desta forma, provavelmente o aumento no nível de glicose sanguínea, causada pela conversão do aspartato em glicose, tenha reduzido o consumo de ração.

Tabela 1 – Médias para as variáveis do desempenho zootécnico (ganho de peso g/ave (GP), consumo de ração g/ave (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade) de frangos de corte submetidos a alimentação de terminação com diferentes níveis e fontes de magnésio

Tratamentos	GP	CR	CA	Viabilidade
Controle	675,50	180,00	1,94	100,00
Fonte de Magnésio (FM)				
Sulfato de Magnésio	727,50 a**	187,50	1,83	100,00
Aspartato de Magnésio	631,30 b	172,50	1,94	98,95
Nível de Magnésio (NM)				
1,5 g/kg	716,30 a*	185,00	1,84	100,00
3,0 g/kg	642,50 b	175,00	1,93	98,95
F de interação FM x NM	NS	16,00 *	NS	NS
F do Controle x Fatorial	NS	NS	NS	NS
CV	9,30	4,26	7,88	1,87

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey *($P < 0,05$) **($P < 0,01$); CV = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Tabela 2 – Desdobramento da interação entre a fonte e nível de magnésio para consumo de ração de frangos de corte submetidos a alimentação de terminação com diferentes níveis e fontes de magnésio

Fonte de Magnésio	Nível de Magnésio	
	1,5 g/kg	3,0 g/kg
Sulfato de Magnésio	190,0 aA ¹	190,0 aA
Aspartato de Magnésio	180,0 aA	160,0 bB

¹ Na mesma coluna, médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, e na mesma linha, médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);

6.5.2 Parâmetros Sangüíneos

Não houve diferenças significativas entre as médias do nível sérico de magnésio, lactato, cálcio e glicose entre as rações com e sem magnésio. Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que as aves suplementadas com o maior nível de magnésio apresentaram maior quantidade de magnésio no sangue ($P < 0,05$). Resultados semelhantes foram encontrados por Liu et al. (2007 a) que observaram aumento dos níveis séricos deste mineral, ao se elevar os níveis de suplementação de magnésio na dieta, independentemente da fonte utilizada.

Para o maior nível da suplementação de Mg observou-se houve também aumento no nível de lactato no sangue ($P < 0,05$). Porém, trabalhando com suínos, Otten et al. (1995) verificaram redução dos níveis séricos de lactato para os

que foram suplementados por longos períodos com fumarato de magnésio. A possível explicação para o ocorrido no presente trabalho, pode estar relacionado ao fato do magnésio participar indiretamente no processo de obtenção de energia. Segundo Ashmead (2009) a energia é obtida pela hidrólise do ATP, através da ativação da enzima ATPase, que é mediada pelo de magnésio. Desta forma o magnésio pode ter potencializado o consumo de energia, levando as aves suplementadas com maior nível de magnésio a consumirem as reservas de glicogênio.

Tabela 3 – Médias para as variáveis sanguíneas (magnésio (mg/dL), lactato (mg/dL), cálcio (mg/dL), glicose (mg/dL)) de frangos de corte submetidos a alimentação de terminação com diferentes níveis e fontes de magnésio

Tratamentos	Magnésio	Lactato	Cálcio	Glicose
Controle	212,00	61,07	9,74	212,12
Fonte de Magnésio (FM)				
Sulfato de Magnésio	226,00	63,85	9,40	198,18 b
Aspartato de Magnésio	244,93	70,01	9,43	213,81 a
Nível de Magnésio (NM)				
1,5 g/kg	222,50 b	61,12 b	9,38	204,43
3,0 g/kg	248,43 a	72,92 a	9,44	207,56
F de interação FM x NM	NS	NS	NS	NS
F do controle x Fatorial	NS	NS	NS	NS
CV	15,38	15,69	11,30	10,22

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Além do efeito do nível sobre as variáveis já discutidas, houve também efeito da fonte sobre o nível de glicose no sangue. As aves que foram suplementadas com aspartato de magnésio apresentaram maior nível de glicose no sangue ($P < 0,05$). O maior nível de glicose observado para as aves suplementadas com aspartato de magnésio pode estar relacionado ao fato de que o aspartato é um aminoácido glicogênico, precursor do oxaloacetato que é ponto inicial para a produção de glicose pela gliconeogênese. Assim, o mesmo pode aumentar a quantidade de glicogênio pela maior disponibilidade de glicose, visto que Lancha (1991) ao suplementar a dieta de ratos com aspartato, asparagina e carnitina observou aumento do conteúdo de glicogênio nos músculos esqueléticos. Assim esta maior deposição de glicogênio, pode ter proporcionado um maior nível de glicose no sangue, após o estresse das aves.

6.5.3 Qualidade da Carne

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que as aves suplementadas com magnésio, proveniente da fonte quelatada, apresentaram menor capacidade de retenção de água da carne e menor pH final ($P < 0,05$). Esse resultado difere do encontrado por Caine et al. (2000), que observaram aumento no pH final na carne dos suínos gene halotano negativo que foram suplementados com aspartato de magnésio. Sabe-se que existe uma relação inversamente proporcional entre a quantidade de reserva de glicogênio e o pH da carne, ou seja, quanto maior a quantidade de glicogênio, menor será o pH da carne, em consequência do maior quantidade de glicogênio que será convertido em ácido láctico. Desta forma, esse resultado obtido mostra que os animais suplementados com aspartato de magnésio provavelmente possuíam uma maior reserva de glicogênio, visto que os mesmos tiveram um menor valor de pH 24 horas após o abate. Reforçando assim a hipótese que o aspartato aumenta as reservas de glicogênio, conforme o encontrado por Lancha (1991).

Tabela 4 – Médias para variáveis da qualidade da carne (capacidade de retenção de água % (CRA), pH inicial, pH final e oxidação lipídica mg de malonaldeído/kg (TBARS)) de peitos de frangos alimentados com dieta de terminação com diferentes níveis e fontes de zinco

Tratamentos	CRA	pH inicial	pH final	TBARS
Controle	71,55	6,48	6,07	0,82
Fonte de Magnésio (FM)				
Sulfato de Magnésio	70,82 a*	6,09	6,09 a	0,79 a**
Aspartato de Magnésio	68,70 b	5,94	5,94 b	0,59 b
Nível de Magnésio (NM)				
1,5 g/kg	70,17	6,42	6,01	0,78 a**
3,0 g/kg	69,35	6,46	6,02	0,60 b
F da interação FM x NM	NS	NS	NS	NS
F do controle x Fatorial	NS	NS	NS	9,91 **
CV	4,65	2,12	2,51	14,43

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey *($P < 0,05$) **($P < 0,01$). CV = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Devido ao menor pH 24 horas após o abate das carnes provenientes dos frangos suplementados com aspartato de magnésio, observou-se menor capacidade de retenção de água. Isto ocorre porque perto do ponto isoelétrico (5,2 - 5,3) existem cargas neutras, o que gera uma situação em que as forças de repulsão

entre as moléculas de proteínas e as forças de interação com a água são fracas, levando a grande perda de água (ROÇA, 2010).

Observou-se também que a suplementação de magnésio, proveniente da fonte de aspartato diminui a oxidação lipídica da carne ($P < 0,01$). Houve também efeito do nível sobre esta característica, onde aves que foram suplementadas com maior nível de magnésio apresentaram menor oxidação lipídica. Além desses resultados houve também diferença significativa entre a média do controle e a média do fatorial, $0,82 \times 0,69$ respectivamente ($P < 0,01$). A maior estabilidade oxidativa observada para as aves suplementadas com aspartato de magnésio, deve-se a maior presença de magnésio que quando fornecido em quantidades elevadas e na forma quelatada, proporciona maior absorção. Resultados semelhantes foram encontrados por Guo et al. (2003 b) que ao suplementarem frangos de corte com proteinato e óxido de magnésio com diferentes níveis (0,5; 1 e 2 g / kg) obtiveram como resultado redução nos valores de TBARS no fígado e na coxa de frangos de corte. Além disso, a fonte quelatada (proteinato) foi mais eficiente que a inorgânica (óxido), igualmente ao encontrado no presente trabalho.

Segundo Liu et al. (2007 b) a eficácia do magnésio em proteger a carne contra a oxidação lipídica pode estar relacionada à menor produção de espécies reativas ao oxigênio, visto que ao alimentar frangos de corte com dietas deficientes em magnésio, observaram maior concentração destes compostos reativos ao oxigênio na coxa. Os autores também observaram um aumento na atividade da cadeia transportadora de elétrons da mitocôndria, principal sítio de produção de espécies reativas ao oxigênio, e uma diminuição na concentração da glutatona.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que as aves suplementadas com aspartato de magnésio apresentaram maior intensidade de luminosidade L^* ($P < 0,05$). Esse resultado deve-se ao menor valor do pH final observado para essas amostras. Laack et al. (2000) observaram uma correlação negativa entre o valor do pH e a intensidade de luminosidade, de modo que quanto menor o valor de pH maior a intensidade de luminosidade.

Tabela 5 – Médias para variáveis da qualidade da carne (L*, a e b)

Tratamentos	L*	a*	b*
Controle	51,46	2,07	13,04
Fonte de Magnésio (FM)			
Sulfato de Magnésio	50,56 b	1,95	12,40
Aspartato de Magnésio	52,68 a	1,67	12,94
Nível de Magnésio (NM)			
1,5 g/kg	52,14	1,78	12,79
3,0 g/kg	51,10	1,84	12,55
F da interação FM x NM	NS	NS	NS
F do Controle x Fatorial	NS	NS	NS
CV	5,76	70,14	15,84

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05). CV = coeficiente de variação; NS = não significativo.

Não foram observadas diferenças significativas quanto à anomalia PSE em relação aos tratamentos estudados (Tabela 6; X^2 calculado = 6,20; X^2 tabelado = 9,29). Segundo Kietzman e Jablonski (1985), citado por D^ASouza et al. (1998), o magnésio pode reduzir os efeitos do estresse pela redução de cortisol e catecolaminas. Contudo neste experimento as aves foram expostas a condições de alto nível de estresse, semelhante ao trabalho de Oba et al. (2009), que pode ter se sobreposto ao efeito do magnésio.

Tabela 6 – Frequência de aparecimento de file de peito PSE (pálida, flácida e esxudativa)

Tratamento	Amostras	Amostras normais	Amostras PSE	Incidência de PSE
Controle	23	17	6	26,09
1,5 g/kg (Sulfato de Magnésio)	24	18	6	25,00
3,0 g/kg (Sulfato de Magnésio)	19	16	3	15,79
1,5 g/kg (Aspartato de Magnésio)	20	20	9	45,00
3,0 g/kg (Aspartato de Magnésio)	23	23	10	43,48

6.6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho permitiram concluir que a suplementação de 3 g Mg/kg na forma de aspartato prejudicou o desempenho das aves, porém, aumentou a vida de prateleira da carne.

6.7 REFERÊNCIAS

Dissertação realizada de acordo com as normas da ABNT.

ASHMEAD, H. D. W. Função do magnésio glicil-glutamina quelato na regeneração muscular. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 66, n. 4, p. 81-86, 2009.

CAINE, W. R.; SCHAEFER A. L.; AALHUS, J. L.; DUGAN M. E. R. Behaviour, growth performance and pork quality of pigs differing in porcine stress syndrome genotype receiving dietary magnesium aspartate hydrochloride. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 80, n. 1, p. 175-182, 2000.

DELEZIE, E.; VERBEKE, W.; TAVERNIER, J. D.; DECUYPERE, E. Consumer perception versus scientific evidence about alternatives for manual catching of broilers in belgium. **Poultry Science**, v. 86, n. 2, p. 413 - 419, 2007.

D'SOUZA, D. N.; WANER, R. D.; LEURY, B. J.; DUNSHEA, F. R. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 1, p. 104-109, 1998.

GUO, Y.; ZHANG, G.; YUAN, J.; NIE, W. Effects of source and level of magnesium and Vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 107, n. 1 - 4, p. 143-150, 2003 b.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 335 - 362, 1960.

HAESE, D.; BÜZEN, S. Temperatura ambiental efetiva e consumo voluntário. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, p. 172 - 175, 2005.

LANCHA, A. H. J. **Resistência ao esforço físico: Efeito da suplementação nutricional de carnitina, aspartato e aparagina**. 1991. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos - Área de Nutrição Experimental) Universidade de São Paulo, São Paulo, 76 p.

LARA, J. A. F.; NINOV2, K.; BONASSI, C. A.; LEDUR, M. C.; NEPOMUCENO, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 4, p.15, 2002.

LIU, Y.; GUO, Y.; WANG, Z.; NIE, W. Effects of source and level of magnesium on catalase activity and gene expression in livers of broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v. 64, n. 4, p. 292 - 300, 2007 a.

LIU, Y. X.; GUO, Y. M.; WANG, Z. Effect of magnesium on reactive oxygen species production in the thigh muscles of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 48, n. 1, p. 84-89, 2007 b.

OBA, A.; ALMEIDA, M.; PINHEIRO, J. W.; IDA, E. I.; MARCHI, D. F.; SOARES, A. L.; SHIMOKOMAKI, M. Effect of management of transport and lairage conditions on

broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 205 - 2011, 2009.

OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, v.25, n. 4, p.271-283, 2001.

OTTEN, W.; BERRER, A.; BERGERHOFF, T.; GOLDBERG, M.; EICHINGER, H. M. Effects of a dietary magnesium fumarate supplementation on blood metabolites and meat quality in swine. **Magnesium-Bulletin**, v. 17, p. 91-95, 1995.

PANELLA-RIERA, N.; DALMAU, A.; FABREGA, E.; FONT I FURNOLS, M.; GISPERT, M.; TIBAU, J.; SOLER, J.; VELARDE, A.; OLIVER, M. A.; Gil, M. Effect of supplementation with MgCO₃ and L-Tryptophan on the welfare and on the carcass and meat quality of two halothane pig genotypes (NN and nn). **Livestock Science**, v. 115, n. 1 - 3, p. 107 - 117, 2008.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D.E.; KUMMEREW, F.A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

ROÇA, R. D. O. Propriedades da carne. Disponível em: <<http://www.pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca107.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

ROSENVOLD, K., ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality—a review. **Meat Science**, 64, p. 219-237, 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.

SCHEUERMANN, G. N.; BILGILI, S. F.; HESS, J. B.; MULVANEY, D. R. Breast muscle development in commercial broiler chickens. **Poultry Science**, v. 82, n. 10, p. 1648 - 1658, 2003.

SILVA, F.C. da (Org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. EMBRAPA, p. 370, 1999.

SOARES, A.L.; LARA, J.A.F.; IDA, A.I.; GUARNIERI, P.D.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. In: International Congress of meat Science and Technology, v. 48, 2002, Roma. **Anais...** Roma, 2002, p.540-541.

TANG, R.; YU, B.; CHEN, D. Effects of supplemental magnesium aspartate and short-duration transportation on postmortem meat quality and gene expression of u-calpain and calpastatin of finishing pigs. **Livestock Science**, v. 121, n. 1, p. 50-55, 2009.

TOMÁS, J. D. J. N. R, MORAES. J. P. F. Constipação intestinal funcional. **Revista Brasileira de Medicina**, p. 77 - 84, 2006.

YOST, J. K.; KENNEY, P. B.; SLIDER, S. D.; RUSSELL, R. W.; KILLEFER, J.
Influence of selection for breast muscle mass on myosin isoform composition and
metabolism of deep pectoralis muscles of male and female turkeys. **Poultry
Science**, v. 81, n. 6, p. 911 - 917, 2002.