



Efeitos do transporte sobre a qualidade da carne – revisão

[Effect of transport on meat quality - review]

“REVISÃO/REVIEW”

DL Jimenez Filho¹

¹Departamento de Zootecnia. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP, São Paulo, SP. Brasil.

Resumo

A taxa de queda do pH e a velocidade de estabelecimento do *rigor mortis*, são dependentes das reservas de glicogênio musculares, presentes no momento do abate. Características como escura, dura, seca, pálida, mole e exudativa são alterações na carne ocasionadas principalmente pelo manejo pré abate, as quais estão relacionadas com o pH. Alguns fatores durante o transporte como: densidade, duração, distância e temperatura, apresentam grande influência no rendimento de carcaça e qualidade da carne.

Palavras-chave: DFD, manejo pré-abate, pH, PSE, estresse.

Abstract

The rate of decrease in pH and speed of establishment of rigor mortis, are dependent on muscle glycogen present at the time of slaughter. Features like dark, hard, dry, pale, soft and exudative are meat changes caused mainly by pre-slaughter handling, which are related to the pH. Some factors during transport as: density, duration, distance and temperature have great influence on carcass yield and meat quality.

Keywords: DFD, pre-slaughter management, pH, PSE, stress.

Introdução

Durante vários anos, o abate de animais foi considerado uma operação de baixo nível técnico e científico e não faziam parte sólida das pesquisas realizadas pelas universidades. Esta fase do processo produtivo só começou a ganhar importância quando, se observaram que, os eventos que se sucedem desde a propriedade rural até o abate dos animais, tinham grandes influências na qualidade da carne (SWATLAND, 2000).

No Brasil, o transporte rodoviário realizado por caminhões é o principal meio utilizado para conduzir os animais, do local de produção até o abatedouro (TARRANT et al.,

1988). Durante o percurso da fazenda ao frigorífico, os animais são expostos a fatores potencialmente estressantes, tais como, remoção do seu ambiente familiar, injúrias durante o embarque, transporte propriamente dito e desembarque, barulhos, ambientes diferentes, vibrações, mudanças bruscas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiente, espaço individual reduzido, reagrupamento, entre outros. Esses fatores estressantes, frequentemente levam às respostas fisiológicas que podem contribuir para a redução de rendimento de carcaça e qualidade da carne, levando a formação de carne DFD, PSE e contusões (GRANDIN, 1997; ADZITEY, 2011).

(*) Autor para correspondência/Corresponding author: Departamento de Zootecnia. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade São Paulo (USP). Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pós-Graduação, CEP: 13.635-900, Pirassununga, São Paulo, Brasil. E-mail: diegojimenez@usp.br.

Recebido em 13 de junho de 2012.

Aceito em 19 de outubro de 2012.

Objetivou-se com essa revisão elucidar os principais eventos que ocorrem durante o

Carne escura, dura e seca (DFD)

Este tipo de alteração na carne é observado em suínos (GUÀRDIA et al., 2005), frangos (LANGER et al., 2010), ovinos (LAMA et al., 2009) e principalmente em bovinos (GUÀRDIA et al., 2005). O desenvolvimento de DFD se dá pela rápida redução do pH da carne nas primeiras horas com posterior estabilização, permanecendo em geral em níveis superiores a 6,0. O principal fator que leva a carne a ficar DFD é a depleção das reservas de glicogênio muscular, ocasionada pelo estresse crônico, conseqüentemente, a glicólise *post-mortem*, produzirá menor concentração de ácido láctico e o pH final será alto (5,8-6,2). A depleção dos estoques de glicogênio muscular se dá principalmente por grande taxa de atividade física, maus tratos, agitação, transporte por longas distâncias, entre outros fatores (GUÀRDIA et al., 2005).

O elevado grau de firmeza que a carne DFD apresenta, é resultante da menor ativação da enzima calpaína e calpastatina, pois nesta situação, o pH da carne não atinge um ideal para que estas enzimas sejam ativadas, não havendo proteólise para liberação da tensão muscular. O elevado pH da carne DFD, faz com que enzimas utilizem oxigênio rapidamente, reduzindo a proporção de pigmentos vermelhos oxigenados (oximioglobina) deixando a carne escura (MAGANHINI et al., 2007). A carne DFD tem grande capacidade de retenção de água, devido ao pH estar distante do ponto isoelétrico das proteínas musculares, além disso, com o pH mais elevado, há maior desenvolvimento de microrganismos deteriorantes (GUÀRDIA et al., 2005).

A carne DFD pode ser utilizada para o processamento de produtos emulsionados como salsicha tipo Frankfurt e produtos curados cozidos, formulados com 60% de carne normal para que seja obtida uma coloração desejável, não sendo recomendada para o processamento de produtos fermentados e secos (WIRTH, 1986).

transporte dos animais e suas possíveis implicações na qualidade da carne.

Carne pálida, mole e exsudativa (PSE)

Esta condição é observada principalmente em suínos (GUÀRDIA et al., 2005), e frangos (LANGER et al., 2010), sendo um dos maiores problemas da indústria suína mundial.

É comum suínos estressados agudamente antes do abate, ou afetados pela Síndrome do Estresse Suíno apresentar carne PSE. Esses animais possuem teor de glicogênio muscular normal, porém ao estressar-se ocorre repentina liberação de adrenalina, fazendo com que a glicólise ocorra rapidamente, ou seja, esses animais apresentam alta taxa de glicólise anaeróbica logo após o abate, levando o pH abaixo de 6,0 na primeira hora *post-mortem* (GUÀRDIA et al., 2005). Em frangos, alterações PSE são detectadas quando o pH após 24 horas do abate estiver abaixo de 5,8 e os músculos do peito apresentarem cor pálida (GAYA e FERRAZ, 2006).

A carne PSE apresenta as propriedades funcionais alteradas frente à rápida glicólise, a qual acelera a queda do pH muscular nas primeiras horas, enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta, o que, leva à desnaturação das proteínas musculares. (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999).

Com o rápido declínio do pH *post-mortem*, a composição celular e extracelular das fibras musculares são alteradas, resultando em redução de grupos reativos disponíveis para reter água nas proteínas, por isso, a carne PSE tem menor capacidade de reter água, o que leva a diminuição da maciez da carne (GAYA e FERRAZ, 2006). A água fora das células e a estrutura proteica extremamente fechada provocam a reflexão da luz incidente fazendo com que as carnes PSE sejam extremamente pálidas. Esta alteração da carne não provoca apenas a desnaturação das proteínas, como também a hidrólise do endomísio e perimísio, agregando aspecto flácido ao músculo (mole) (LE ROY et al., 2000).

As principais causas de PSE estão relacionadas ao estresse agudo *ante-mortem* a

qual o animal é submetido, sendo elas, privação de água e alimento, captura, banho antes do embarque, transporte, temperatura, desembarque, nebulização e métodos de atordoamento no abatedouro (LANGER et al., 2010).

Esse tipo de carne representa um sério problema para a indústria, já que a excessiva perda de exsudato, extrema flacidez e ausência de cor, causam rejeição pelos consumidores e, prejudicam os processos industriais de fabricação (D'SOUZA et al., 1998).

Frangos

O manuseio pré abate e o transporte das aves quando mal desempenhados, podem reduzir as reservas de glicogênio muscular e causar lesões nos músculos e fraturas ósseas. O estresse térmico também tem sido considerado potencial causador de alterações *post-mortem* indesejáveis como a carne PSE. Tanto altas quanto baixas temperaturas causam estresse térmico, por exemplo, temperaturas entre 4,5 e 7°C antes do abate, resulta em maior pH final da carne do peito. Entretanto temperaturas abaixo de zero, reduziram a incidência de carne PSE e aumentou a de DFD (DADGAR et al., 2010). Da mesma forma, em altas temperaturas, as aves também sofrem estresse e desenvolvem alterações na carne pós-abate como descrito por Bressan e Beraquet (2002), onde avaliaram temperaturas pré abate de 17°C ou 30°C. Os autores concluíram que aves mantidas a 30°C apresentaram pH final médio de 5,88 e aves mantidas a 17°C pH final médio de 5,70. Conclui-se que aves transportadas em termo-neutralidade não apresentam alterações na carne, já aves mantidas sob estresse térmico, gastam energia para termogênese, ou, para termólise, levando a ocorrer alterações na carne como PSE (BRESSAN e BERAQUET, 2002).

Um trabalho realizado por (LANGER et al., 2010) mostra que a ventilação na carroceria do caminhão é mais intensa na parte frontal do caminhão e decresce do meio para o final. A temperatura é mais baixa nas partes frontal e média e elevada na traseira da carroceria. Consequentemente, frangos transportados no meio ou na traseira do

caminhão apresentaram maior incidência de carne PSE e menos carne DFD.

Langer et al., (2010), mostram que a uma temperatura ambiente de 30°C, aves que foram banhadas 7 minutos após seu carregamento no caminhão e transportadas por 3 km, apresentaram 46% de PSE e 4% de DFD, enquanto aves que não foram banhadas apresentaram 14,7 de PSE e 2% de DFD. Porém, quando a distância percorrida foi de 68 km, a ocorrência de PSE e DFD na carne foram respectivamente de 44 e 0% para aves banhadas e 52 e 0% para aves que não foram banhadas, podendo concluir que, para curtas distancias, não é recomendado banhar as aves antes do transporte.

Bovinos

Do ponto de vista econômico, procura-se transportar os animais sob altas densidades de carga, embora este procedimento seja na maioria das vezes o responsável pelo alto número de contusões na carcaça e estresse dos animais. No Brasil, a densidade de carga utilizada é em média 390 a 410 kg/m², sendo classificada como, alta densidade (600 kg/m²), média (400 kg/m²) e baixa (200 kg/m²) (ROÇA, 2001). Densidades baixas permitem espaço para movimentação dos animais o qual gera maior conforto, por outro lado maior espaço pode fazer com que os animais se machuquem batendo nas paredes do veículo transportador ou se choquem entre si (HERNANDÉZ et al., 2010). Batista et al., (1999) citam que animais deitados aumentam a extensão das contusões de modo que deve mantê-los em pé, mesmo em viagens longas.

A privação de alimento e água faz com que os animais percam peso durante o transporte. A perda de peso em bovinos relatada na literatura varia de 0,75% a 11% do peso vivo nas primeiras 24 horas de privação de água e alimento (WARRISS, 1990; KNOWLES, 1999). A perda de peso da carcaça também é variável, sendo encontrado nas literaturas valores entre 1 a 8% após 48 horas de privação de alimento e água (WARRISS, 1990). Segundo Earley et al., (2010), bovinos transportados por 6 horas (280

km), 9 horas (435 km), 12 horas (582 km), 18 horas (902 km) e 24 horas (1192 km) apresentaram perdas de 4,7, 4,5, 5,7, 6,6 e 7,5 % do peso vivo e só recuperaram as perdas após 24 horas de descanso.

Nestorov et al., (1970) foram um dos primeiros pesquisadores a descreverem a correlação entre, o tempo de transporte e o aumento no pH da carne, em 24 horas *post-mortem* em bovinos de corte. Isso foi confirmado mais tarde por diversos outros pesquisadores como, Shorthose et al., (1972), Wythes et al., (1981) e por Tarrant (1989). Os autores afirmam que viagens curtas (menores que 4 horas) têm pouco efeito sobre o pH 24 horas pós-abate desde que o transporte seja feito sob boas condições e que não haja trauma.

Em um trabalho feito na Espanha por María et al., (2003), onde testaram o efeito da duração do transporte sob os aspectos sensoriais da carne, mostram que o pH 24 horas *post-mortem* não variou entre os tratamentos, resultando em um pH 5,64, 5,63 e 5,62 para 30 minutos, 3 horas e 6 horas de transporte respectivamente, porém, os animais que foram transportados por 3 horas, produziram uma carne mais aceita pelos consumidores. Fernandez et al., (1996) e María et al., (2003), relatam que não há diferenças estatísticas no pH final em animais transportados por até 6 horas.

A utilização de varões com ou sem eletricidade para movimentar e levantar o gado deitado, também causa estresse aos animais. Ferguson e Warner (2008) demonstram que em bovinos que receberam choque elétrico 15 minutos antes do abate (estresse agudo) o pH final da carne não foi diferente dos que não receberam choque elétrico (5,46 e 5,38 respectivamente). Porém a aceitabilidade pelo consumidor foi 4% menor nos que receberam choque elétrico. Dessa maneira, o pH não variou, apesar da concentração de lactato plasmático no momento do abate ter sido 4,29 e 7,12 mmol/L respectivamente para animais que não receberam e que receberam choque elétrico.

Segundo Guàrdia et al., (2005), a densidade animal durante o transporte tem grande influência no desenvolvimento de carne DFD. Os resultados obtidos por esses autores mostram que reduzindo o espaço entre os animais de 0,50 para 0,37 m² por 100 kg de peso vivo, reduziu-se aproximadamente 11% a ocorrência de carne DFD. De acordo com o Council Regulation (2004), relativo à proteção dos animais durante o transporte, regula que todos os suínos tenham espaço suficiente para se deitarem e levantarem a sua posição natural. Para atender essas exigências, a densidade de suínos deve ser aproximadamente 100 kg de peso vivo por metro quadrado, a qual não deverá exceder 235 kg/m² ou 0,425 m² por 100 kg/PV. Carr et al., (2008), em seu trabalho relatam que suínos transportados sob densidade de 0,38 m²/100 e densidade de 0,31 m²/100 kg apresentaram 14,05 e 10,56% de carne PSE e 1,62 e 3,52% de carne DFD respectivamente.

Mota-Rojas et al., (2006), trabalharam com suínos transportados sob densidade de 0,35 m²/100 kg/PV por 8, 16 e 24 horas totalizando 488, 976 e 1464 km respectivamente durante o mês de julho no México. As perdas de peso foram 2,67, 4,28 e 6,84% para 8, 16 e 24h de transporte respectivamente. A frequência de carcaças com pH normal (5,8-6,2) 45 minutos *post-mortem* foi maior para os suínos transportados por 8 horas e não foi diferente para os animais transportados por 16 ou 4 horas, mostrando uma menor porcentagem de carne PSE em suínos transportados por menos tempo. Guàrdia et al., (2005), encontraram menor porcentagem de carcaças DFD quando os animais foram transportados por 2,72 horas, o que coincide com trabalhos de Warriss (1990), quando concluíram que suínos transportados durante 1 a 4 horas tiveram menor incidência de carne DFD. Pérez et al., (2001), encontraram valores de pH final 5,37 e 5,45 para carcaças de suínos transportados por 15 minutos ou 3 horas respectivamente, indicando um menor pH quando os animais são transportados por curtas distâncias.

Suíños

Considerações Finais

As informações obtidas na presente revisão permitem concluir que, fatores estressantes causam modificações fisiológicas nos animais. Como foco principal do estudo, observa-se que, o fenômeno de transporte dos animais, da fazenda ao abatedouro, apresenta alta correlação com rendimento de carcaça, pH e qualidade da carne produzida. Para se produzir carne de boa qualidade, além dos parâmetros genéticos, nutricionais e sanitários, é de extrema importância que a fase do transporte seja efetuada de maneira a minimizar o estresse, sendo respeitados os parâmetros de densidade populacional, conforto térmico, distância e duração.

Referências

- ADZITEY, F. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. **International Food Research Journal**, v.18, p.486-491, 2011.
- BATISTA, D.J.C. et al. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo *post-mortem*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.2, p.152-156, 1999.
- BRESSAN, M.C. e BERAQUET, N.J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.
- CARR, C.C. et al. Effects of slaughter date, on-farm handling, transport stocking density, and time in lairage on digestive tract temperature, serum cortisol concentrations, and pork lean quality of market hogs. **The Professional Animal Scientist**, v.24, p.208-218, 2008.
- COUNCIL REGULATION (EC) No.1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No. 1255/97.
- DADGAR, S. et al. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. **Poultry Science**, n.89, p.1033-1041, 2010.
- DRANSFIELD, E. e SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v.78, p.743-746, 1999.
- D'SOUZA, D.N. et al. The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Science**, v.50, n.4, p.429-437, 1998.
- EARLEY, B. et al. Effect of road transport for up 24 hours followed by twenty-four hour recovery on live weight and physiological responses of bulls. **BioMed Central Veterinary Research**, v.38, n.6, p.1-13, 2010.
- FERGUSON, D.M. e WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science**, v.80, p.12-19, 2008.
- FERNANDEZ, X. et al. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. **Journal of Animal Science**, v.74, p.1576-1583, 1996.
- GAYA, L.G. e FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.349-356, 2006.
- GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v.75, p.249-257, 1997.
- GUÀRDIA, M.D. et al. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v.70, p.709-716, 2005.
- HERNANDEZ, I.T. et al. Manejo pré-abate e qualidade de carne. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.11, n.8, p.1-11, 2010.
- KNOWLES, T.G. A review of the road transport of cattle. **Veterinary Record**, v.144, n.8, p.197-201, 1999.
- LAMA, C.G.M. et al. Effect of pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. **Meat Science**, v.83, p.604-609, 2009.
- LANGER, R.O.S. et al. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (*Pale, Soft, Exudative*) meat and DFD-like (*Dark, Firm, Dry*) meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.5, p.1161-1167, 2010.
- LE ROY, P. et al. Comparison between the three porcine RN genotypes for growth, carcass composition and meat quality traits. **Genetics Selection Evolution**, v.32, p.165-186, 2000.
- MAGANHINI, M.B. et al. Carne PSE (*Pale, Soft, Exudative*) e DFD (*Dark, Firm, Dry*) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.69-72, 2007.
- MARÍA, G.A. et al. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. **Meat Science**, v.66, p.1335-1340, 2003.
- MOTA-ROJAS, D. et al. Effects of mid-summer transport duration on pre and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, v.73, p.404-412, 2006.

NESTOROV, N. et al. A study on transport stress in cattle and conditions for its manifestation.

Proceedings of the 16th Meeting of the European Meat Research Workers, v.1, paper A24, Bulgary, 1970.

PÉREZ, M.P. et al. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.61, p.425-433, 2001.

ROÇA, R.O. Abate humanitário de bovinos. **Revista de Educação Continuada do CRMV – SP**, v.4, n.2, p.73-85, 2001.

SHORTHOSE, W.R. et al. The effects on some properties of beef of resting and feeding cattle after a long journey to slaughter. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, v.9, p.387-391, 1972.

SWATLAND, H.J. **Slaughtering**. Disponível em: <<http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm>> 2000.

TARRANT, P.V. et al. The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in Friesian steers. **Meat Science**, v.24, n.3, p.209-222, 1988.

TARRANT, P.V. Animal behaviour and environment in the dark cutting condition in beef-a review. **Irish Journal of Food Science and Technology**, v.13, p.1-21, 1989.

WARRISS, P.D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, v.28, p.171-186, 1990.

WIRTH, F. Technologie der Verarbeitung von flaisc mit abweichender Beschaffenheit. **Fleischirwirtschaft**, v.65, p.998-1001, 1986.

WYTHES, J.R. et al. Effects of transporting cows various distances on live weight, carcass traits and muscle pH. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.21, p.557-561, 1981.