

Bem-estar e qualidade de carne de suínos submetidos a diferentes técnicas de manejo pré-abate

Welfare and meat quality of pigs submitted to different pre-slaughter handling techniques

LUDTKE, Charlí Beatriz¹; SILVEIRA, Expedito Tadeu Facco²; BERTOLONI, William^{3*}; ANDRADE, Juliana Cunha de²; BUZELLI, Maria Luisa²; BESSA, Luciano Ribeiro⁴; SOARES, Germano Jorge Domeles⁴

¹Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Botucatu, São Paulo, Brasil.

²Instituto de tecnologia de alimentos, Centro de tecnologia de carnes, Campinas, São Paulo, Brasil.

³Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

⁴Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Endereço para correspondência: bertoloni@ufmt.br

RESUMO

Um total de 120 suínos, com pesos entre 86 e 95kg aos 140 dias, foi dividido em dois grupos de 60 animais e transportado no período noturno a uma densidade de 0,4m²/100kg por uma distância de 120Km. No primeiro grupo os animais foram movimentados por meio de painel de alumínio, durante o carregamento e descarregamento enquanto que, no segundo, os animais foram manejados com bastão elétrico (40v). No abatedouro, os animais foram submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual (340v/1,3A). O grupo manejado com o painel de alumínio apresentou menores concentrações plasmáticas de cortisol (10,76 ± 5,76µg/dL) e lactato (16,32 ± 5,50mg/dL), em comparação ao grupo manejado com o bastão elétrico (80,26 ± 41,38µg/dL) e (189,21 ± 72,06mg/dL), respectivamente, o que demonstrou que o bastão foi mais estressante, porém o bem-estar proporcionado pela utilização do painel não foi suficiente para alterar significativamente os valores de cor (L*, a*, b*), assim como os valores de perda por gotejamento. Variações significativas nos valores de pH ocorreram apenas às 4, 6 e 8h *post-mortem* entre os tratamentos. Maior concentração de salpicamento na região central do lombo foi obtida em suínos submetidos ao bastão elétrico. Conclui-se que os suínos manejados com painel sofreram menos estresse.

Palavras-chave: bastão elétrico, estresse, painel, qualidade

SUMMARY

A total of 120 pigs (86 to 95Kg/140 days) was divided in two groups of 60 animals and transported in the night period (0,4m²/100kg) for a distance of 120Km. In the first group, the animals were handled using aluminum panel, during loading and unloading of the pigs, and in the second group the animals were handled with electric stick (40v). All the pigs were submitted to the manual electric stunning in the slaughterhouse (340v/1,3A). The pig group handled with the aluminum panel presented smaller blood cortisol concentrations (10,76 ± 5,76) and lactate (16,32 ± 5,50) in comparison with the group handled with the electric stick (80,26 ± 41,38) and (189,214 ± 72,06), demonstrating that the stick was more stressful, however the welfare provided by the use of panel was not enough to alter the color values significantly (L*, a*, b*), as well as the drip loss. Significant variations in the pH (4, 6 and 8h *post-mortem*) were also obtained when the treatments was compared, however none significant value was obtained in the period of 24h *post-mortem*. Significant visual blood splashed score in the central area of the loin was obtained when the pigs was handled with the electric stick. We concluded that the pigs handled with panel suffered less stress.

Keywords: electric probe, panel, quality, stress

INTRODUÇÃO

O manejo pré-abate expõe os suínos a vários agentes estressantes como: mudança de ambiente, mistura de animais, transporte e sistemas de insensibilização (ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003a).

A condução de suínos durante o carregamento e descarregamento do caminhão, no período pré-abate, por meio de utilização excessiva do bastão elétrico pode proporcionar perdas de qualidade da carne associadas à maior velocidade de queda do pH e menor capacidade de retenção de água (BRUNDIGE et al., 1999; D'SOUZA et al., 1999; FAUCITANO, 2000; ZANELLA & DURAN, 2004; BERTOLONI et al., 2006b).

Menores níveis de escoriações da pele foram observados por Faucitano et al. (1999) e Barton-Gade & Christensen (1999), quando o bastão elétrico não foi utilizado durante o manejo pré-abate de suínos.

Em situações de extremo estresse durante o manejo pré-abate os níveis de cortisol sanguíneo de suínos podem dobrar ou quadruplicar, além de elevadas quantidades de ácido lático, resultantes da degradação intensa do glicogênio muscular. Além disso, também pode ocorrer a liberação de catecolaminas, como resultado de medo ou excitação, e creatina fosfoquinase, o que acarreta a liberação de creatina, na tentativa de manter a homeostase animal (BERTOLONI & SILVEIRA, 2003; BERTOLONI et al., 2006a).

Brown et al. (1999) e Warriss et al. (1998a) observaram diferenças nas concentrações de lactato sanguíneo de suínos abatidos em diferentes condições de estresse ao compararem manejo convencional e manejo com o mínimo estresse, o que demonstra que o manejo de mínimo

estresse apresentou menores níveis do indicador sanguíneo. Gispert et al. (2000) obtiveram correlação significativa entre os níveis de lactato sanguíneo e a porcentagem de escoriações da pele de suínos submetidos a situações estressantes. Elevações nos níveis de lactato também podem ser causadas por outras situações de estresse, conforme foi observado por Warriss et al. (1998a); Perez et al. (2002) e Bertoloni & Silveira (2003).

Objetivou-se, assim, avaliar a influência da utilização de diferentes técnicas de manejo pré-abate de suínos (ponteiras elétricas e tábua de manejo) no bem-estar e qualidade de carne de suínos comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

No segundo semestre de 2007, um total de 120 suínos em idade de abate, divididos em dois grupos de 60 animais, com pesos entre 86 e 95kg, procedentes de granja da região de Patos de Minas/MG, foi abatido em frigorífico localizado no município de Patrocínio/M.G. Os animais foram padronizados para idade de abate de 140 dias e transportados no período noturno a uma densidade de 0,4m²/100kg por uma distância de 120Km.

Após a chegada no frigorífico, os animais foram submetidos à aspersão de água, alojados em grupos de 15 suínos / baia (0,6m²/100 Kg), submetidos a um descanso de 4h e água sem restrição.

No primeiro grupo, os animais foram movimentados por meio de painel de alumínio, durante o embarque e desembarque (desde a baia de descanso, até a condução ao sistema de insensibilização), e no segundo os animais foram movimentados com o uso de bastão elétrico (40v). Todos foram insensibilizados, com um insensibilizador

manual de dois pontos (340 v/3s e 1,3A), e posteriormente submetidos à sangria horizontal em mesa.

Amostras sanguíneas (15ml) foram coletadas de 120 animais por meio de tubos de centrifuga com 2500 UI de heparina. Após a coleta, as amostras foram imediatamente resfriadas (5^oC) e centrifugadas. O plasma obtido foi armazenado em nitrogênio líquido (-196^oC), para posterior determinação dos níveis plasmáticos de cortisol, realizada pela técnica de radioimunoensaio, por meio do kit Coat-A-Count (Diagnostic Products Corporation - DPC, Los Angeles, USA) em contador gama (Gama Count Cobra II- PackardTM), e lactato, com o kit Lactat PAP enzym. (Farbtest, Rolf Greiner Biochemica, Flacht, Germany) em espectrofotômetro (RA-XTTM, Technicon) a 340nm.

Após a finalização das etapas convencionais do fluxograma de abate de suínos, as carcaças foram submetidas a um choque térmico (-22^oC/60min.) e posteriormente resfriadas em câmara de equalização (2^oC/24h).

Dentre os 120 animais abatidos, separou-se aleatoriamente, no período de 24h *post-mortem*, 70 carcaças (35 carcaça / tratamento) para avaliação das características visuais de qualidade (escoriações e salpicamento) e físico-químicas (pH, cor, perda por exsudação, capacidade de retenção de água, reflectância luminosa interna, níveis de cortisol e lactato). Para a determinação do gene halotano, utilizaram-se aleatoriamente 14 carcaças no mesmo período *post mortem*.

Os índices de escoriações foram obtidos visualmente no pernil, paleta e corpo das carcaças, com base em uma escala (1-ausência, 2-leve; 3-moderada e 4-severa) conforme descrito por BERTOLONI et al.(2006c).

O músculo *Longissimus dorsi* (LD) foi separado da coluna vertebral, a pele e

tecido subcutâneo foram retirados. As petéquias foram localizadas de acordo com a região do *Longissimus dorsi*: anterior, posterior, central, medial e lateral. A incidência foi determinada por meio de uma escala subjetiva de quatro pontos (1-ausência, 2-leve, 3-moderada e 4-severa), conforme descrito por BERTOLONI et al. (2006c).

Os valores de pH foram medidos com pHmetro (INGOLD-WTW) com sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura (TEC 530) e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade. As medições foram realizadas em duplicata no músculo *Semimembranosus*, nos períodos de 4; 6; 8 e 24h *post mortem*.

A cor foi avaliada num período de 24h *post mortem*, por meio de colorímetro portátil Minolta (DL65, ângulo de visão de 0^o, com iluminação difusa e componente especular, modelo CR 300, Minolta Câmera Co., Ltd., Osaka, Japan) de acordo com as coordenadas de reflectância (CIE L*, a*, b*). As medições foram realizadas em triplicata na superfície do músculo *Longissimus dorsi* após um período de exposição de 10 minutos ao ar atmosférico.

Amostras de 100g do *Longissimus dorsi*, entre a 2^a e a 4^a vértebra torácica, foram utilizadas em duplicatas para a determinação da perda por exsudação num período de 24h *post mortem*, segundo metodologia descrita por Honikel (1998).

A capacidade de retenção de água foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Grau & Hamm (1954). Amostras em duplicatas do músculo *Longissimus dorsi* 24h *post mortem* foram pesadas 0,5g (\pm 0,0005) e colocadas entre dois discos de papel de filtro Wathman n^o 1 e placas de plexiglass com pressão hidráulica de 500 lb/pol² durante 2 minutos.

As mensurações de reflectância luminosa interna (comprimento de onda 590nm) foram realizadas com o sistema de tipificação Hennessy Grading Probe (HGP), em duplicata músculo *Longissimus dorsi* entre a 10^a e 11^a costelas e 13^a e 14^a, a 80mm da linha média da carcaça no período de 45min e 24⁰h *post mortem*.

O protocolo de extração do DNA genômico foi realizado, conforme metodologia descrita por LUDTKE et al., (2001). A sequência do oligonucleotídeos iniciadores utilizados foi a descrita por Fujii et al. (1991) e corresponde a (5'GTTCCCTGTGTGTGTGCAATGGTG3') e (5'GCCAGGGAGCAAGTTCTCAGTAAT3'). A digestão do fragmento do gene *hal* pela endonuclease *CfoI* foi analisada por eletroforese em gel de agarose, a 4%, de acordo com a metodologia descrita por Sambrook et al. (1989).

Os resultados das avaliações físico-químicas, bioquímicas e visuais foram submetidos à análise de variância, para o estudo dos efeitos dos principais tratamentos, por meio de *software* estatístico SAS (Statistical Analysis System versão 8/2000). Análises complementares como teste χ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elevados percentuais de escoriações na região da paleta foram observados nos suínos movimentados com bastão elétrico, em comparação aos manejados com painel. Observa-se (Tabela 1) que 87,50% dos suínos manejados com painel não apresentaram nenhum tipo de lesão contra 57,69% dos suínos manejados com bastão elétrico ($p=0,05$). Elevados índices de escoriações da paleta também foram observados, nas classificações leves e

moderadas para o tratamento com alto estresse.

Para as escoriações leves e moderadas nas regiões do pernil e corpo, os resultados foram similares e sem significância estatística para ambos os tratamentos estudados. Escoriações severas da pele não foram verificadas em ambos os tratamentos.

Os resultados demonstram maior índice de lesões nos suínos, principalmente na região da paleta, quando movimentados com bastão elétrico, embora os danos proporcionados pelo uso do bastão elétrico dependam de outros fatores como: constiuição genética, *design* do abatedouro e treinamento dos funcionários responsáveis pelo manejo pré-abate. Também foi observada maior agitação dos suínos, muitas vezes, quando eram jogados uns contra os outros quando o bastão elétrico foi utilizado, o que pode ter contribuído no aumento do número de lesões na região da paleta. Resultados similares aos obtidos no presente estudo foram observados por Van der Wal et al. (1999) e Faucitano et al. (1999), e os autores constataram que a eliminação do bastão elétrico proporcionou diminuição significativa no índice de escoriações de carcaça suína.

Corroborando os resultados obtidos (Tabela 1), verificou-se aumento do número de petéquias hemorrágicas na região central do lombo, local em que geralmente o bastão elétrico era posicionado no animal, em comparação ao uso do painel de alumínio. O tratamento de baixo estresse proporcionou ausência de petéquias em 75% das amostras do lombo na região central, porém, quando manejados com bastão elétrico, somente 41,8% das amostras apresentaram ausência de petéquias (Tabela 2).

Tabela 1. Escores de lesões (%) em carcaça suína em função do uso de bastão elétrico e painel, segundo diferentes cortes

Amostra	1- Ausência		2- Leve		3- Moderada		4- Severa		Significância (valor p)
	G1-Baixo estresse	G2- Alto estresse	G1-Baixo estresse	G2-Alto estresse	G1-Baixo estresse	G2-Alto estresse	G1-Baixo estresse	G2-Alto estresse	
Pernil (%)	54,17	69,23	37,50	30,77	8,33	0,00	0	0	0,24
Corpo (%)	33,33	30,77	50,00	46,15	16,67	23,08	0	0	0,85
Paleta (%)	87,50	57,69	12,50	34,62	0	7,69	0	0	0,05

Lesões da pele são medidas por um escore de 4 pontos: 1 e 2 representam valores aceitáveis e 3 e 4 inaceitáveis.

G1- Baixo estresse (utilização de pranchas de alumínio para movimentar os animais); G2- Alto estresse (utilização de bastão elétrico).

Os valores de significância foram obtidos utilizando-se o teste *chi-square*

Tabela 2. Incidência de petéquias hemorrágicas (%) segundo o uso de bastão elétrico e painel em diferentes regiões do *Longissimus dorsi*, com uso da escala de (1 a 4) pontos

Local do Salpicamento	1- Ausência		2- Leve		3- Moderado		4- Severo		Significância (valor p)
	G1-Baixo estresse	G2- Alto estresse	G1-Baixo estresse	G2-Alto estresse	G1-Baixo Estresse	G2-Alto estresse	G1-Alto estresse	G2-Baixo estresse	
<i>L. dorsi</i> ¹	90,00	79,41	10,00	20,59	0	0	0	0	0,31
<i>L. dorsi</i> ²	75,00	41,18	20,00	52,94	5,00	5,88	0	0	0,04**
<i>L. dorsi</i> ³	100	88,24	0	11,76	0	0	0	0	0,11
<i>L. dorsi</i> ⁴	80,00	52,94	20,00	41,18	0	5,88	0	0	0,11
<i>L. dorsi</i> ⁵	100,00	94,12	0	5,88	0	0	0	0	0,27

*Longissimus dorsi*¹ (%) - região anterior; *Longissimus dorsi*² (%) - região central; *Longissimus dorsi*³ (%) - região posterior; *Longissimus dorsi*⁴ (%) - região medial; *Longissimus dorsi*⁵ (%) - região lateral.

G1- Baixo estresse - utilização de painéis para movimentar os suínos; G2- Alto estresse - utilização de bastão elétrico.

Os valores de significância foram obtidos utilizando-se o teste *chi-square*.

A elevada incidência de petéquias hemorrágicas (salpicamento) pode prejudicar tanto o aspecto visual do corte cárneo como estar associada a características qualitativas da carne, como: pH, capacidade de retenção de água e cor (BERTOLONI, et al., 2006b; 2006c).

Sistemas de insensibilização elétricos também podem estar associados à elevada incidência de salpicamento. Channon et al. (2002); Velarde et al. (2000, 2001) e Bertoloni et al. (2006c), ao compararem diferentes sistemas de

insensibilização (elétrico e dióxido de carbono), encontraram maior incidência de salpicamento quando o sistema elétrico foi utilizado.

Observa-se na (Tabela 3) que os animais movimentados com a utilização do bastão elétrico apresentaram menores valores de pH nos períodos de 4; 6 e 8 horas *post-mortem* mensurados no pernil (*semimembranosus*), entretanto, as variações dos valores médios de pH mensurados no mesmo local no período de 24h *post mortem* não significativas.

Tabela 3. Mensurações de qualidade (linhas) dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) de 120 híbridos suínos submetidos ao manejo com bastão elétrico (alto estresse) e painel (baixo estresse)

Mensurações de Qualidade	Manejo ^a		Significância (valor <i>p</i>)
	G1- Baixo estresse	G2- Alto estresse	
pH (4 h)-SM	6,58 ± 0,22 ^b	6,36 ± 0,3 ^c	0,0008 ***
pH (6h) –SM	6,39 ± 0,18 ^d	6,10 ± 0,26 ^e	0,0001***
pH (8h)-SM	6,08 ± 0,19 ^f	5,83 ± 0,21 ^g	0,0001***
pH (24h)-SM	5,54 ± 0,14 ^a	5,60 ± 0,14 ^a	0,206
Cor L*LD	48,62 ± 1,90	49,70 ± 4,7	0,209
Cor a*LD	0,41 ± 0,43	0,69 ± 1,01	0,384
Cor b*LD	7,12 ± 0,60	7,32 ± 1,38	0,989
Reflectância Interna	30,62 ± 3,25	30,83 ± 3,18	0,862
Reflectância Interna	70,12 ± 11,39	72,39 ± 11,93	0,278
Drip loss 5 ⁰ C (%)	7,12 ± 3,04	8,39 ± 2,62	0,204
CRA (cm ²)	0,37 ± 0,07	0,35 ± 0,07	0,220
PSE-LD (%)	13,64	23,53	0,009**

Valores descritos como média; valores com subscritos diferentes são significativamente diferentes.

****p*<0,001; ***p*<0,01; **p*<0,05; (Teste Tukey de comparação)

PSE = L* >50, drip loss >5% e pH_u <5,6; CRA = capacidade de retenção de água; Drip Loss = perda por gotejamento; Reflectância= reflectância luminosa interna obtida com sonda de tipificação Hennessy GP4.

Resultados similares a esse estudo foram obtidos por D'Souza et al. (1999) e Van der Wal et al. (1999), entretanto, Guise & Penny (1989), ao manejarem grupos de suínos com bastão elétrico, não observaram alterações significativas no pH *post mortem* comparados ao grupo controle.

Na análise dos valores médios da cor (L* a*, b*) dos músculos *Longissimus dorsi* (LD) 24h *post mortem*, não foram observadas diferenças significativas (*p*>0,05) entre os animais submetidos a baixo e alto estresse.

Diferenças significativas, nas mensurações luminosidade superficial

(L) da carne de suínos conduzidos com bastão elétrico, também não foram obtidas por Van der Wal et al. (1999) e D'Souza et al. (1999). Resultados similares foram obtidos por Rosenvold & Andersen (2003b), ao submeterem suínos a exercícios físicos antes do abate ou por diferentes densidades de transporte (WARRISS et al., 1998b) ou pela mistura de suínos nas baias de espera (BROWN et al., 1999).

Diferenças significativas também não foram obtidas ($p > 0,05$) no período de 24 horas do *post mortem* quando foram comparados os valores de reflectância luminosa interna, obtida como a sonda

óptica de tipificação, e os valores de reflectância superficial (L), obtida com colorímetro manual, no presente estudo (Tabela 3).

Os suínos movimentados com bastão elétrico apresentaram valores menores de capacidade de retenção de água (CRA) e maiores de exsudado (Drip loss), quando comparados ao grupo manejado com painel. O valor de CRA levemente menor no grupo dos animais submetidos a alto estresse pode ser explicado pela maior velocidade de queda do pH, associado aos elevados níveis de cortisol e lactato (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros bioquímicos do plasma de 120 suínos em função do manejo pré-abate

Indicadores sanguíneos de estresse	Manejo ^a		Significância (valor <i>p</i>)
	Baixo estresse (Painel)	Alto estresse (Ponteira elétrica)	
Cortisol (µg/dL)	10,76 ± 5,76	16,32 ± 5,50	0,0004***
Lactato (mg/dL)	80,26 ± 41,38	189,214 ± 72,06	0,0001***

^aManejo; ^bbaixo estresse = utilização de painéis para movimentar os suínos; alto estresse = utilização de bastão elétrico.

*** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; (Teste Tukey de comparação).

Grande parte da capacidade de retenção de água da carne é devido à integridade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas que, quando desnaturadas pela queda brusca de pH associada a um sistema de refrigeração inadequado, podem proporcionar a diminuição da CRA.

Entretanto, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os valores de CRA e perda por gotejamento entre os tratamentos, o que corrobora os estudos de Brown et al. (1999), Dall Aaslyng & Barton-Gade (2001) e Pérez et al. (2002) e difere dos resultados obtidos por D'Souza et al. (1999); Van der Wal et al. (1997) e StØier et al. (2001).

Na classificação proposta por Warner et al. (1997) e Van Laack & Kauffman (1999) para carne suína, constataram-se diferenças ($p < 0,05$) no percentual de amostras PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) entre o grupo movimentado com painel (13,64%) em comparação ao bastão elétrico (23,53%), embora as variações nos valores médios de cor (L*, a*, b*) e perda por exsudação entre os respectivos tratamentos não tenham apresentado significância.

A redução da condição PSE no experimento foi de 23,53% para 13,64%, menor do que a observada por D'Souza et al. (1999), os quais encontraram uma redução de 41% para 9%, com a eliminação do bastão elétrico, o que está

de acordo com os resultados encontrados por Kirchheim et al. (2001) e O'Neil et al. (2003).

Na análise dos valores médios de cortisol plasmáticos (Tabela 4), constata-se que houve diferença significativa ($p < 0,004$) entre os tratamentos. Verifica-se que a utilização do bastão elétrico teve efeito significativo na elevação das concentrações de cortisol em comparação à utilização do painel.

Os valores de cortisol obtidos no presente estudo corroboram os dados de Brundige et al. (1999) que, ao avaliarem o estresse proporcionado pela utilização de bastão elétrico, observaram diferença significativa em relação ao grupo manejado com painel. Brown et al. (1999), em suínos abatidos em condições estressantes, encontraram valores de cortisol de $17,02\mu\text{g}/100\text{mL}$ e, em situações de mínimo estresse, $7,62\mu\text{g}/100\text{mL}$, que são valores muito próximos aos descritos neste estudo. Os valores de cortisol descritos para o grupo manejado com o bastão elétrico (Tabela 4) também são semelhantes aos obtidos por Shaw & Trout (1995), em suínos que desenvolveram carne PSE ($16,63\mu\text{g}/\text{dL}$).

Diferenças significativas nos valores médios de lactato plasmático ($p < 0,001$) entre os grupos também foram observadas (Tabela 4). Os suínos manejados com bastão elétrico apresentaram valores mais elevados, quando comparados aos suínos movimentados com painel, e esses resultados são condizentes com um maior estresse físico. Em situações de estresse intenso, pode ocorrer exaustão muscular, o que forma grande quantidade de ácido láctico, que poderá ser liberado na corrente circulatória, assim como pode ocorrer liberação de catecolaminas e corticosteroides como resultado do medo ou excitação, além de haver a possibilidade de causar rápida glicogenólise e excesso de lactato

(BERTOLONI et al., 2006a). O excesso de lactato encontrado no grupo submetido a alto estresse está associado à maior velocidade de glicólise e maior incidência de PSE, constatada anteriormente (Tabela 3).

Ao se avaliar a frequência do gene halotano em uma alíquota de 20% dos animais estudados ($n=14$), a distribuição do gene foi de 12 NN (85,7%), 2 Nn (14,3%) e 0 nn (zero), o que confirma a inexistência de homozigotos recessivos (nn). Essa constatação, provavelmente, deve-se ao manejo na unidade de produção, que seleciona os suínos com base na eliminação dos portadores (nn) e mantém alguns animais heterozigotos (Nn), por apresentarem um bom ganho de peso (GARCIA-MACIAS et al., 1996; HERFORT et al., 2001; LEACH et al., 1996; McPHEE et al., 1995).

A baixa frequência populacional do gene halotano nos animais avaliados pode ter influenciado os resultados obtidos. Embora os suínos tenham apresentado níveis mais elevados de cortisol e lactato, quando submetidos ao tratamento com bastão elétrico, o estresse proporcionado não foi suficiente para proporcionar variações significativas nos valores de cor superficial (L^* , a^* , b^*), perda por gotejamento e pH 24h *post mortem* (Tabela 3), o que não quer dizer que o tratamento com alto estresse não tenha sido prejudicial ao bem-estar dos híbridos.

Nas mesmas condições experimentais, o grupo de suínos manejados com o painel de alumínio apresentou menores concentrações sanguíneas de cortisol e lactato, comparativamente ao grupo manejado com o bastão elétrico, o que demonstra que o bastão foi mais estressante. Entretanto, o bem-estar proporcionado pela utilização do painel não foi suficiente para alterar significativamente a qualidade da carne e

alterar os valores de cor e perda por gotejamento, nas condições de estudo. Embora nenhuma variação significativa nos valores de pH mensurados no período de 24h *post mortem* tenha sido obtida, os animais manejados com o bastão elétrico apresentaram uma velocidade de glicólise aumentada nas primeiras 8 horas *post mortem*, o que indica que a depender da linhagem genética e do manejo pré-abate utilizado, pode haver prejuízo do bem-estar, e a utilização do bastão elétrico também poderá prejudicar a qualidade da carne e carcaça suína.

REFERÊNCIAS

- BARTON GADE, P.; CHRISTENSEN, L. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. **Meat Science**, v.48, n3, p.237-247, 1999. [[Links](#)].
- BERTOLONI, W; SILVEIRA, E.T.F. The influence of genetic background and stunnings systems on welfare and meat quality of brazilian swine. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49.; BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2., 2003. Campinas, SP. **Anais...** São Paulo, 2003. p.365-366. [[Links](#)].
- BERTOLONI, W; SILVEIRA, E.T.F.; LUDTKE, C.B.; ANDRADE, J.C. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (Co2). Parte 1 - mensuração de indicadores sanguíneos de estresse. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.564-570, 2006a. [[Links](#)].
- BERTOLONI, W; SILVEIRA, E.T.F.; LUDTKE, C.B.; COSTA, R.M. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos insensibilização elétrica e gasosa (Co2). Parte 2 – mensurações objetivas de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.343-351, 2006b. [[Links](#)].
- BERTOLONI, W; SILVEIRA, E.T.F.; COSTA, R.M.; LUDTKE, C.B. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos insensibilização elétrica e gasosa (Co2). Parte 3 - mensurações visuais de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.555-563, 2006c. [[Links](#)].
- BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, v.49, n.3, p.257-265, 1999. [[Links](#)].
- BRUNDIGE, L.; OLEAS, T.; DOUMIT, M.; ZANELLA, A.J. Loading techniques and their effect on behaviour and physiological responses of market weight pigs. **Journal Animal Science**, v.76, p.95-99, 1999. Supl.1. [[Links](#)].
- CHANNON, H.A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50Hz) of pigs on carcass and meat quality. **Meat Science**, v.60, n.1, p.63-68, 2002. [[Links](#)].
- DALL AASLYNG, M.; BARTON GADE, P. Low stress pré-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, v.57, n.1, p.87-92, 2001. [[Links](#)].

D'SOUZA, D.N.; DUNSHEA, F.R.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J. 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. [[Links](#)].

FAUCITANO, L. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian of Animal Science**, v.81, n.1, p.39-45, 2000. [[Links](#)].

FAUCITANO, L.; OLIVEIRA, M.S.M.; SEBASTIANY, H.S.; TERRA, N.N. The effect of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and colour in pigs. **Meat Science**, v.50, n.1, p.13-19, 1998. [[Links](#)].

FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; LEON, S.; KHANA, V.; WEILER, J.E.; O'BRIEN, P.J.; MACLENNAN, D.H. Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. **Science**, v.253, n.2, p.448-451, 1991. [[Links](#)].

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; GUARDIA, M.D.; OLIVER, M.A.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey on pré-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v.55, n.1, p.97-106, 2000. [[Links](#)].

GRAU, R.; HAMM, R. Brühwurstqualität und bestimmung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**, v.34, n.4, p.36-39, 1954. [[Links](#)].

GUISE, H.J.; PENNY, R.H.C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. The effects of density in transport and the use of electric goads. **Animal Production**, v.49, n.3, p.511-515, 1989. [[Links](#)].

HERFORTH PEDERSEN, P.; OKSBJERG, N.; KARLSSON, A.H.; BUSK, H.; BENDIXEN, E.; HENCKEL, P. A within litter comparison of muscle fibre characteristics and growth of halothane carriers and halothane free crossbreed pigs. **Livestock Production Science**, v.73, n.8, p.15-24, 2001. [[Links](#)].

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998. [[Links](#)].

KIRCHHEIM, U.; KINAST, C.; SHONE, F. Early post-mortem measurements as indicator of meat quality characteristics. **Fleischwirtschaft**, v.81, n.12, p.89-90, 2001. [[Links](#)].

LUDTKE, C.B.; PELOSO, J.V.; IRGANG, R.; MICHELON, M.; DELLAGOSTIN, O.A. Relação entre os genótipos da síndrome do stress suíno (PSS) em amostras de pernis resfriados e os valores de qualidade final da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro, 2001. p.197-198. [[Links](#)].

O'NEILL, D.J.; LYNCH, P.B.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J.; J.P., KERRY, J.P. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. **Meat Science**, v.64, n.2, p.105-111, 2003. [[Links](#)].

PEREZ, M.P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; ACEÑA, M.C.; CHACÓN, G.; GASCÓN, J.H.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, P.; BELTRAN, J.A.; GARCIA-BELENQUER, S. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.61, n.4, p.425-433, 2002. [[Links](#)].

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality - review. **Meat Science**, v.64, n.3, p.219-237, 2003a. [[Links](#)].

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. **Meat Science**, v.63, n.2, p.199-209, 2003b. [[Links](#)].

SAMBROOK, J.; FRITSCH, E.F.; MANIATIS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. 2ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. [[Links](#)].

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: user's guide**. Version 8. North Carolina, USA, 2000. [[Links](#)].

SHAW, F.D.; TROUT, G.R. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. **Meat Science**, v.39, n.2, 237-246, 1995. [[Links](#)].

VAN DER WAL, P.G.; ENGEL, B.; HULSEGG, B. Causes for variation in pork quality. **Meat Science**, v.46, n.4, p.319-327, 1997. [[Links](#)].

VAN DER WAL, P.G.; ENGEL, B.; REIMERT, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, v.53, n.2, p.101-106, 1999. [[Links](#)].

VAN LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G. Glicolytic potential of read, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal Animal Science**, v.77, n.11, p.2971-2973, 1999. [[Links](#)].

VELARDE, A.; GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; MANTECA, X.; DIESTRE, A. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. **Meat Science**, v.55, n.3, p.309-314, 2000. [[Links](#)].

VELARDE, A.; GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; ALONSO, P.; MANTECA, X.; DIESTRE, A. Effects of stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of haemorrhages in pigs. **Meat Science**, v.58, n.3, p.313-319, 2001. [[Links](#)].

WARRISS, P.D.; BROW, S.N.; BARTON GADE, P.; SANTOS, C.; NANI COSTA, L.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, v.49, n.2, p.137-144, 1998a. [[Links](#)].

WARRISS, P.D.; BROW, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; KETTLEWELL, P.J.; GUISE, H.J. The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs: 2 Results from the analysis of blood and meat samples. **Meat Science**, v.50, n.4, p.447-456, 1998b. [[Links](#)].

ZANELLA, A.J.; DURAN, O. Bem-estar de suínos durante o embarque e o transporte: uma visão norte-americana. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., Santa Catarina, 2000. **Anais...** Santa Catarina: CNPSA/EMBRAPA, 2000. [[Links](#)].

Data de recebimento: 03/04/2009

Data de aprovação: 16/12/2009