

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES HÍBRIDOS SUÍNOS SUBMETIDOS À INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA E GASOSA (CO₂).

PARTE 3 - MENSURAÇÕES VISUAIS DE QUALIDADE¹

William BERTOLONI^{2,*}, Expedito Tadeu Facco SILVEIRA³, Marcela de R. COSTA³, Charli B. LUDTKE⁴

RESUMO

Três linhagens genética suína A, B e C comercializadas no Brasil, foram submetidas ao insensibilizador elétrico manual (Karl Schermer 220-230/250 volts, 45-60 Hz e 1,4 - 1,5 A) e ao sistema gasoso coletivo (COMBI-BUTINA 90% CO₂).

A insensibilização elétrica proporcionou níveis mais elevados de salpicamento nas regiões do coxão mole (0,477 e 0,26, $p \leq 0,01$), paleta/cranial (0,154 e 0,039, $p \leq 0,05$), paleta/central (0,261 e 0,052, $p \leq 0,001$), paleta/caudal (0,180 e 0,030, $p \leq 0,01$), lombo/central (0,185 e 0,065, $p \leq 0,01$), lombo/caudal (0,06 e 0,207, $p \leq 0,01$) e lombo/lateral externa (0,061 e 0,013, $p \leq 0,05$), assim como salpicamento mais difuso nas regiões do coxão-mole (0,461 e 0,279, $p \leq 0,05$), paleta/cranial (0,154 e 0,039, $p \leq 0,01$), paleta/central (0,231 e 0,039, $p \leq 0,001$) e paleta/caudal (0,185 e 0,026, $p \leq 0,001$).

O sistema elétrico também proporcionou maiores índices de escoriações da pele nas regiões da paleta (1,098 e 0,795, $p \leq 0,001$), corpo (1,04 e 0,948, $p \leq 0,05$) e pernil (0,84 e 0,68, $p \leq 0,001$), assim como elevados índices de reflexo palpebral (11,57%) comparativamente ao gasoso (2,86%), de um total de 426 suínos.

Pequenos índices de fraturas ósseas e contusões musculares em animais de ambos os sistemas foram observados.

Palavras-chave: sistemas de insensibilização, bem-estar animal, qualidade.

SUMMARY

EVALUATION OF DIFERENT PIG HYBRID STUNNED WITH ELECTRICAL AND GASEOUS (CO₂) SYSTEMS. PART 3 - SUBJECTIVE MEASURES OF QUALITY. Three pig genetics lineages A, B and C marketed in Brazil, were stunning with the manual electric stunning (Karl Schermer 220-230/250 volts, 45-60 Hz and 1.4 - 1.5 A) and the collective gaseous system (COMBI-BUTINA 90% CO₂).

The electric stunning provided higher blood splashed levels in the areas of the inside round (0.477 and 0.26, $p \leq 0.01$), shoulder/cranial (0.154 and 0.039, $p \leq 0.005$), shoulder/central (0.261 and 0.052, $p \leq 0.001$), shoulder/caudal (0.180 and 0.030, $p \leq 0.01$), loin/central (0.185 and 0.065, $p \leq 0.01$), loin/caudal (0.06 and 0.207, $p \leq 0.01$) and loin/lateral external (0.061 and 0.013, $p \leq 0.05$), as well as more diffuse blood splashed in the areas of the inside round (0.461 and 0.279, $p \leq 0.05$), shoulder/cranial (0.154 and 0.039, $p \leq 0.001$), shoulder/central (0.231 and 0.039, $p \leq 0.001$) and shoulder/caudal (0.185 and 0.026, $p \leq 0.001$).

The electric stunning also provided higher skin damage levels in the areas of the shoulder (1.098 and 0.795, $p \leq 0.001$), body (1.04 and 0.948, $p \leq 0.05$) and ham (0.84 and 0.68, $p \leq 0.001$), as well as higher eyelid reflex levels (11.57%) comparatively to the gaseous system (2.86%) of a total of 426 pigs.

Small indexes of bone fractures and muscle bruises were found in both systems.

Keywords: stunning system, animal welfare, meat quality.

1 - INTRODUÇÃO

Na tentativa de avaliar a eficácia dos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) e suas interações com o manejo pré-abate, qualidade de carne e bem-estar de suínos, o estudo dos índices de salpicamento da musculatura, escoriações da pele e fraturas ósseas tem sido realizado por diversos autores como: WOTTON *et al.* [39]; HUNTER

et al. [26]; GEVERINK *et al.* [21]; BARTON-GADE [3]; CHRISTENSEN & BARTON-GADE [14]; BARTON-GADE & CHRISTENSEN [6]; FAUCITANO *et al.* [16]; FRANQUEZA *et al.* [19]; GUISE *et al.* [23]; VELARDE *et al.*, [34]; WARRIS *et al.* [36, 37]; BARTON-GADE [4, 5]; BARTON-GADE & CHRISTENSEN [7]; CHANNON, PAYNE & WARNER [10, 11 e 12]; GISPERT *et al.* [22]; MURRAY [30]; VELARDE *et al.* [35]; STROIER *et al.* [32].

A porcentagem de animais que apresentam reflexos pupilar e palpebral positivo após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO₂) também tem sido utilizada como parâmetro de avaliação da eficácia do sistema de insensibilização. Estima-se que um bom sistema de insensibilização deva proporcionar uma taxa de reflexo pupilar máxima de 5% durante a sangria, com o objetivo de garantir o bem-estar animal e qualidade das carcaças [24 e 25].

Elevados níveis de escoriações da pele podem estar associados a um manejo pré-abate deficiente como, por exemplo: embarque inadequado na propriedade; elevada taxa de lotação durante o transporte; problemas associados

¹Recebido para publicação em 21/3/2005. Aceito para publicação em 6/7/2006 (001501)

²Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Av. Fernando Correia da Costa, S/N, CEP 78060-900, Cuiabá (MT), E-mail: bertoloni@ufmt.br

³Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Centro de Tecnologia de Carnes (CTC),

Av. Brasil, 2880, C. P. 139, CEP 13070-178, Campinas (SP)

⁴Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (FCA-UNESP), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", C. P. 237, CEP 18603-970, Botucatu (SP)

Pesquisa realizada com apoio financeiro da FAPESP

* A quem a correspondência deve ser enviada

ao tipo de carceria; desembarque inadequado dos animais no frigorífico e mistura de diferentes grupos sociais; período de descanso muito longo (> 2 h); constituição genética; sistema de coleta e insensibilização deficientes no frigorífico [13, 17, 30].

Índices de escoriações da pele estão associados com níveis plasmáticos de cortisol e creatina fosfoquinase (CPK), dois importantes indicadores sanguíneos de estresse e as condições PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) e DFD (carne escura, dura e seca na superfície)[38].

Indicadores de obtenção de energia por via anaeróbica como lactato, por sua vez, apresentam pequena associação com a condição DFD [38]. Índices de escoriações da pele geralmente estão mais associados às condições de estresse psicológico e desgaste físico que ao estresse de curto prazo [38].

O salpicamento da musculatura é um defeito qualitativo geralmente associado ao sistema elétrico de insensibilização. Neste sistema a passagem da corrente elétrica (fluxo de elétrons) pelos tecidos que compõem a carcaça suína causa uma elevação da pressão sanguínea e alteração da permeabilidade das membranas musculares, resultando em elevadas taxas de salpicamento quando comparado ao sistema gasoso (CO₂).

No sistema, gasoso a narcose é proporcionada por um desequilíbrio ácido-base e não por uma inversão de polaridade do neurônio como no sistema elétrico, portanto neste sistema geralmente se obtêm pequenas taxas de salpicamento da musculatura.

Elevadas taxas de salpicamento da musculatura são indesejáveis, principalmente no processamento de produtos cárneos não cominuídos.

A passagem da corrente elétrica pelo corpo do animal, também pode proporcionar violenta contração da musculatura e fraturas ósseas [39], que são indesejáveis do ponto de vista de segurança alimentar, representando um perigo físico e microbiológico.

Geralmente menores índices de fraturas ósseas são obtidos quando se utiliza o sistema gasoso (CO₂) de insensibilização, já que induz uma contração muscular menos intensa (fase tônica) em relação ao sistema elétrico. No entanto, a utilização de insensibilizadores elétricos em altas frequências (> 1500 Hz) tem proporcionado resultados similares ao sistema gasoso (CO₂) [1].

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar o efeito dos sistemas de insensibilização manual elétrico e gasoso coletivo (CO₂) nos índices de salpicamento da musculatura, escoriações da pele, fraturas ósseas e reflexo palpebral de três linhagens de suínos.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em um frigorífico-abatedouro situado em Rio Verde (GO) e se constituiu de duas fases experimentais.

Durante a primeira fase, um lote de 500 animais provenientes de três linhagens genéticas A, B e C foi abatido utilizando-se o sistema automático coletivo de insensibilização gasoso (CO₂), modelo COMBI comercializado e produzido pela empresa BUTINA [8] com capacidade operacional de 120 a 600/suínos hora e composto por oito gôndolas.

Após o isolamento de dois animais em cada gôndola, o equipamento iniciou a descida em um poço de insensibilização onde a concentração de CO₂ foi aumentada até atingir-se uma concentração máxima de 90%; posteriormente o equipamento iniciou a subida da gôndola. Todo o ciclo de insensibilização durou 70 s; na seqüência os animais foram submetidos a uma sangria vertical.

Durante a segunda fase, foram utilizados 456 animais provenientes das mesmas três linhagens genéticas (A, B e C) empregadas na primeira fase, sendo que um grupo foi insensibilizado utilizando-se o mesmo sistema gasoso aplicado na primeira fase e o outro, o sistema de insensibilização elétrico manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 Hz, e 1,4 – 1,5 A) [27]. Nesta etapa, não foi possível efetuar a contenção do animal, pois as instalações do abatedouro estavam otimizadas para o sistema gasoso e não para o sistema de insensibilização elétrico.

Os animais das linhagens A e B foram transportados por caminhões do sistema de integração do abatedouro (0,42 m²/100 kg). Para este lote de animais, os procedimentos de embarque, transporte e desembarque foram padronizados.

Os animais da linhagem C foram transportados por uma distância superior às outras duas. O caminhão utilizado para o transporte destes híbridos não pertencia ao sistema de integração do frigorífico, entretanto, as características do caminhão, as dimensões da carceria e taxa de lotação foram iguais às utilizadas pelo sistema de integração.

Os animais foram desembarcados no frigorífico imediatamente após a chegada. Inicialmente o desembarque foi realizado no andar superior e posteriormente no inferior do caminhão, utilizando-se bastão elétrico (18 a 24 volts) quando necessário.

Após a pesagem do caminhão e a execução dos procedimentos de registro do frigorífico, os animais foram submetidos a um sistema de aspersão de água durante 30 min e alojados em baias de espera (0,59 m²/100 kg) por um período de 2 a 4 h, onde receberam água durante todo o período de espera.

O nível de salpicamento da musculatura dos híbridos suínos submetidos aos sistemas elétrico e gasoso (CO₂) de insensibilização foi avaliado considerando-se dois fatores: a intensidade do salpicamento e a extensão da área muscular comprometida pelo salpicamento.

Após o período de 24 h *post-mortem*, as carcaças foram espostejadas e os níveis de intensidade (x) e extensão (y) do salpicamento foram avaliados visualmente baseando-se em um padrão fotográfico de quatro pontos (0 = ausência,

1 = leve, 2 = moderada, 3 = severa) nas regiões do pernil (coxão duro, coxão mole, alcatra, patinho e lagarto), lombo (cranial, central, caudal, lateral externa e interna) e paleta (cranial, central e caudal), conforme metodologia descrita por BARTON-GADE *et al.* [2].

Os índices de escoriação foram mensurados visualmente nas regiões do pernil, paleta e corpo das carcaças após a retirada das cerdas na linha de abate, tomando-se como referência um padrão de fotos com escala de 0 a 3 (0 = ausência, 1 = leve, 2 = moderada e 3 = severa), conforme metodologia descrita por BARTON-GADE *et al.* [2].

A avaliação do reflexo palpebral foi realizada visualmente com auxílio de um bastão no período de 30 s após a insensibilização elétrica e gasosa, conforme metodologia descrita por HOLST [24 e 25].

Durante o processo de desossa no período de 24 h *post-mortem*, concomitantemente à avaliação dos índices de salpicamento da musculatura, a presença de hematomas e fraturas ósseas foi avaliada visualmente.

Foram considerados hematomas processos hemorrágicos com diâmetro superior a 10 mm; abaixo deste valor, foram consideradas como salpicamento [35].

Amostras do músculo *semimembranosus* (10 g) de cada animal avaliado foram coletadas na 24^a h *post-mortem*, congeladas a -20 °C e transportadas até o laboratório onde uma amostragem representativa de cada linhagem genética estudada foi realizada. Esta amostragem constituiu-se de 16 animais, metade macho metade fêmea, para cada genética estudada totalizando, 48 suínos avaliados (*Figura 1*).

A partir das amostras cárneas descritas anteriormente, o DNA genômico foi extraído utilizando-se a proteinase K DNA e amplificado com a utilização de "primers", pequenas porções de DNA cuja função é amplificar o material genético original, pela técnica de reação de cadeia polimerase - PCR - e as condições estabelecidas por Fuji *et al.* [20].

O produto amplificado foi digerido com a enzima de restrição Hha a 37 °C por 3 h, seguido de uma eletroforese em gel de agarose (3%) para o gene halotano e visualização com brometo (*Figura 1*).

Os dados foram analisados conjuntamente por meio de análise de variância correspondente a um delineamento em blocos inteiramente ao acaso com estrutura fatorial de tratamentos 3 x 2 (3 genéticas e 2 sistemas de insensibilização), considerando-se como fator de bloqueio o dia de amostragem e explorando os efeitos de cada fator. A distribuição dos tratamentos às unidades experimentais (animal) foi de maneira totalmente aleatória.

Os resultados experimentais foram analisados por meio de análise de variância utilizado-se o programa "STATISTICA for Windows" [31] - Release 5.0 A Copyright® Star Soft, Inc. (1984 -1995).

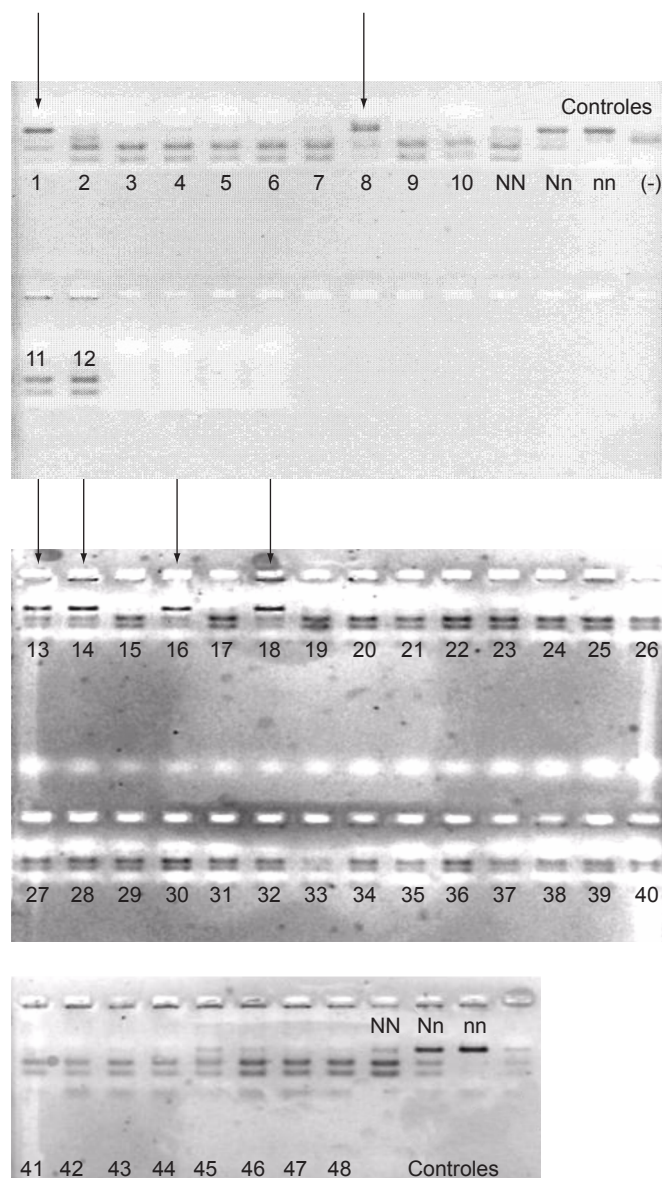


FIGURA 1 - Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese, onde ↓ = genótipo (Nn)

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Índices de salpicamento

Uma visão dos índices médios de salpicamento (intensidade e extensão) da musculatura afetada, relativos à primeira e segunda fases experimentais pode ser observada nas *Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6*

Analisando-se os índices médios de intensidade (x) proporcionados pelos sistemas elétrico e gasoso (*Tabela 1*), observa-se que o sistema elétrico apresentou maiores índices de salpicamento nas regiões do coxão-mole ($p \leq 0,01$),

TABELA 1 – Valores médios e desvio padrão da intensidade do salpicamento (x) da carne de suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa.

Região Avaliada	N	Sistema Elétrico	N	Sistema Gasoso (CO ₂)	Valor p	MSE
Coxão-Mole	65	0,477 ± 0,64	154	0,260 ± 0,51	0,0082*	0,3033
Coxão-Duro	65	0,138 ± 0,35	154	0,175 ± 0,43	0,54137	0,1660
Alcatra	65	0,154 ± 0,44	154	0,143 ± 0,39	0,85406	0,16276
Patinho	65	0,108 ± 0,36	154	0,162 ± 0,39	0,33088	0,143722
Lagarto	65	0,215 ± 0,45	154	0,195 ± 0,47	0,7655	0,2172
Paleta/Cranial	65	0,154 ± 0,36	154	0,039 ± 0,19	0,00271**	0,06556
Paleta/Central	65	0,261 ± 0,54	154	0,052 ± 0,27	0,000186***	0,138886
Paleta/Caudal	65	0,180 ± 0,43	154	0,030 ± 0,29	0,002543**	0,11347
Lombo/Cranial	65	0,138 ± 0,39	154	0,221 ± 0,42	0,174706	0,167038
Lombo/Central	65	0,185 ± 0,43	154	0,065 ± 0,27	0,013973*	0,106614
Lombo/Caudal	65	0,060 ± 0,30	154	0,207 ± 0,44	0,014739*	0,161772
Lombo/ LE	65	0,061 ± 0,24	154	0,013 ± 0,12	0,044574*	0,026396

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; e N = número de animais

TABELA 2 – Valores médios e desvio padrão da extensão de salpicamento (y) da carne de suínos submetidos à insensibilização elétrica e gasosa (CO₂).

Região Avaliada	N	Sistema Elétrico	N	Sistema Gasoso (CO ₂)	Valor p	MSE
Coxão-Mole	65	0,461 ± 0,61	154	0,279 ± 0,54	0,03006*	0,318651
Coxão-Duro	65	0,154 ± 0,40	154	0,221 ± 0,56	0,386260	0,271682
Alcatra	65	0,138 ± 0,39	154	0,156 ± 0,43	0,779144	0,175178
Patinho	65	0,108 ± 0,36	154	0,182 ± 0,46	0,251100	0,189656
Lagarto	65	0,200 ± 0,40	154	0,182 ± 0,45	0,778416	0,190364
Paleta/Cranial	65	0,154 ± 0,36	154	0,039 ± 0,19	0,002714**	0,065566
Paleta/Central	65	0,231 ± 0,46	154	0,039 ± 0,19	0,000021**	0,088962
Paleta/Caudal	65	0,185 ± 0,43	154	0,026 ± 0,25	0,000821***	0,099911

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; e N = número de animais.

TABELA 3 – Valores médios e desvio padrão da intensidade do salpicamento (x) da carne dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Coxão-Mole	22	0,591 ± 0,67	19	0,631 ± 0,68	24	0,250 ± 0,53	0,0880	0,39095
Coxão-Duro	22	0,273 ± 0,45	19	0,526 ± 0,23	24	0,084 ± 0,28	0,079030	0,115231
Alcatra	22	0,227 ± 0,53	19	0,105 ± 0,46	24	0,125 ± 0,34	0,631474	0,19803
Patinho	22	0,182 ± 0,39	19	0,105 ± 0,46	24	0,417 ± 0,20	0,423163	0,12936
Lagarto	22	0,318 ± 0,57	19	0,263 ± 0,45	24	0,833 ± 0,28	0,182013	0,198230
Paleta/cranial	22	0,273 ± 0,45	19	0,526 ± 0,23	24	0,125 ± 0,33	0,137003	0,128000
Paleta /central	22	0,318 ± 0,57	19	0,263 ± 0,56	24	0,208 ± 0,51	0,792628	0,29702
Paleta/caudal	22	0,182 ± 0,39	19	0,105 ± 0,31	24	0,250 ± 0,53	0,553960	0,186487
Lombo/cranial	22	0,351 ± 0,14	19	0,315 ± 0,10	24	0,481 ± 0,17	0,880024	0,156673
Lombo/central	22	0,273 ± 0,46	19	0,000 ± 0,00	24	0,250 ± 0,53	0,08252	0,175220
Lombo/caudal	22	0,454 ± 0,21	19	0,000 ± 0,00	24	0,125 ± 0,45	0,385352	0,08999
Lombo/LE	22	0,000 ^a ± 0,00	19	0,000 ^a ± 0,00	24	0,167 ^b ± 0,38	0,025146*	0,053763

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; Médias com letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Scheffé (p < 0,05); e N = número de animais.

paleta/cranial (p ≤ 0,01), paleta/central (p ≤ 0,001), paleta/caudal (p ≤ 0,01), lombo/central (p ≤ 0,01), lombo/caudal (p ≤ 0,01) e lombo/lateral externo (p ≤ 0,05).

O sistema manual elétrico utilizado também apresentou salpicamento mais difuso, abrangendo uma maior área da musculatura nas regiões do coxão-mole (p ≤ 0,05), paleta/

cranial (p ≤ 0,01), paleta/central (p ≤ 0,001) e paleta/caudal (p = 0,001), como se observa na *Tabela 2*.

A etiologia do salpicamento muscular ainda não é totalmente conhecida. Esta anomalia pode ser constituída de pequenas petéquias hemorrágicas (< 5 mm) circunscrita a uma região muscular ou difusa por toda musculatura com diâmetro superior a 5 mm [3].

TABELA 4 – Valores médios e desvio padrão da intensidade do salpicamento (X) da carne dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Coxão-Mole	72	0,194 ^a ± 0,43	48	0,437 ^b ± 0,61	34	0,147 ^a ± 0,43	0,011960*	0,247384
Coxão-Duro	72	0,111 ± 0,36	48	0,187 ± 0,39	34	0,294 ± 0,56	0,119657	0,182003
Alcatra	72	0,139 ± 0,39	48	0,187 ± 0,44	34	0,088 ± 0,29	0,518062	0,150059
Patinho	72	0,167 ± 0,37	48	0,208 ± 0,46	34	0,882 ± 0,29	0,383228	0,150013
Lagarto	72	0,166 ± 0,44	48	0,292 ± 0,54	34	0,117 ± 0,41	0,204858	0,221497
Paleta/cranial	72	0,028 ± 0,16	48	0,062 ± 0,24	34	0,029 ± 0,17	0,601433	0,37931
Paleta /central	72	0,028 ± 0,16	48	0,104 ± 0,42	34	0,029 ± 0,17	0,286504	0,075458
Paleta/caudal	72	0,042 ± 0,35	48	0,042 ± 0,28	34	0,00 ± 0,00	0,762622	0,084713
Lombo/cranial	72	0,250 ± 0,44	48	0,250 ± 0,44	34	0,118 ± 0,33	0,263348	0,172380
Lombo/central	72	0,014 ^{ac} ± 0,12	48	0,146 ^{bc} ± 0,36	34	0,059 ^c ± 0,34	0,032638*	0,071839
Lombo/caudal	72	0,194 ± 0,40	48	0,292 ± 0,50	34	0,118 ± 0,41	0,195970	0,190224
Lombo/LE	72	0,00 ± 0,00	48	0,042 ± 0,20	34	0,00 ± 0,00	0,107926	0,012693

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; Médias com letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Scheffé (p < 0,05); e N = número de animais.

TABELA 5 – Valores médios e desvio padrão da extensão do salpicamento (Y) da carne dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Coxão-Mole	22	0,545 ^a ± 0,59	19	0,684 ^{ab} ± 0,75	24	0,208 ^{ac} ± 0,41	0,027821*	0,347067
Coxão-Duro	22	0,318 ± 0,57	19	0,053 ± 0,23	24	0,083 ± 0,28	0,059907	0,154088
Alcatra	22	0,182 ± 0,39	19	0,105 ± 0,46	24	0,125 ± 0,34	0,808527	0,156245
Patinho	22	0,227 ± 0,53	19	0,053 ± 0,23	24	0,042 ± 0,20	0,157801	0,125312
Lagarto	22	0,273 ± 0,46	19	0,263 ± 0,45	24	0,083 ± 0,28	0,204663	0,159374
Paleta/cranial	22	0,273 ± 0,46	19	0,053 ± 0,23	24	0,125 ± 0,34	0,137003	0,128000
Paleta /central	22	0,273 ± 0,46	19	0,210 ± 0,42	24	0,208 ± 0,51	0,874183	0,217417
Paleta/caudal	22	0,182 ± 0,39	19	0,105 ± 0,31	24	0,250 ± 0,53	0,553960	0,186487

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; Médias com letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Scheffé (p ≤ 0,05); e N = número de animais.

TABELA 6 – Valores médios e desvio padrão da extensão do salpicamento (Y) da carne dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Coxão-Mole	72	0,250 ^a ± 0,55	48	0,437 ^a ± 0,61	34	0,118 ^b ± 0,33	0,024733	0,283271
Coxão-Duro	72	0,167 ± 0,56	48	0,229 ± 0,51	34	0,323 ± 0,64	0,407514	0,317353
Alcatra	72	0,139 ± 0,39	48	0,229 ± 0,55	34	0,09 ± 0,29	0,310694	0,184275
Patinho	72	0,208 ± 0,53	48	0,208 ± 0,46	34	0,09 ± 0,29	0,414032	0,215410
Lagarto	72	0,167 ± 0,47	48	0,271 ± 0,49	34	0,09 ± 0,29	0,179767	0,200096
Paleta/cranial	72	0,028 ± 0,16	48	0,062 ± 0,24	34	0,029 ± 0,17	0,601433	0,037931
Paleta /central	72	0,028 ± 0,16	48	0,062 ± 0,24	34	0,029 ± 0,17	0,601433	0,037931
Paleta/caudal	72	0,042 ± 0,35	48	0,021 ± 0,14	34	0,00 ± 0,00	0,725692	0,065259

* p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados; Médias com letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Scheffé (p ≤ 0,05); e N = número de animais.

Determinadas regiões da carcaça suína, como a região da paleta, tendem a apresentar salpicamento do tipo difuso. Nesta região muscular, a pressão sanguínea tende a aumentar quando o sistema elétrico de insensibilização é utilizado comparativamente ao gasoso (CO₂), o que resulta em um aumento do nível de salpicamento [3] e fraturas ósseas [12 e 39].

Em trabalhos similares, diversos autores [3, 4, 10, 11, 12, 14, 33, 35] obtiveram redução nos níveis de salpicamento da musculatura quando o sistema gasoso (CO₂) de insensibi-

lização foi utilizado comparativamente ao sistema elétrico, corroborando os resultados obtidos no presente estudo.

Pesquisas indicam que a presença do gene halotano (Nn) pode predispor os suínos a um comportamento mais agressivo durante o manejo pré-abate e desencadear o desenvolvimento da condição PSE na carcaça [10, 15, 18, 22, 28, 29, 33]. Neste estudo porém, observou-se pequeno efeito da constituição genética nos índices de salpicamento muscular dos híbridos A, B e C, quando submetidos ao

mesmo sistema de insensibilização e manejo pré-abate (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

3.2 - Índices de hematomas e fraturas ósseas

Dentre os 137 animais avaliados encontrou-se uma taxa de 4,38% de contusões musculares, sendo que deste percentual 50% dos hematomas foram provenientes de animais submetidos ao sistema elétrico e 50% ao sistema gasoso de insensibilização (Tabela 7).

Somente um animal apresentou fratura óssea (0,73%) quando submetido ao sistema elétrico de insensibilização (Tabela 7).

CHANNON, PAYNE & WARNER [12], VELARDE *et al.* [34] e WOTTON *et al.* [39], também obtiveram baixos índices de fraturas ósseas provenientes de suínos insensibilizados com o sistema coletivo gasoso (CO₂) e elétrico de dois eletrodos.

TABELA 7 – Incidência de contusões musculares traumáticas e fraturas ósseas de 137 animais insensibilizados com os sistemas elétrico e gasoso.

Mensuração	Local	Genética	Sexo	SI	N
Hematoma	Lagarto	A	F	EL	1
Hematoma	Paleta	A	F	EL	1
Hematoma	Alcatra/Lagar.	A	M	EL	1
Hematoma	Coxão-Mole	B	F	CO ₂	1
Hematoma	Coxão-Mole	A	F	CO ₂	2
Fratura Óssea	-	B	F	EL	1

Onde: F = fêmea, M = macho, SI = sistema de insensibilização, CO₂ = insensibilização gasosa, EL = insensibilização Elétrica; e N = número de animais.

Contrações musculares violentas associadas a elevados índices de fraturas vertebrais, geralmente estão associados ao sistema de insensibilização elétrico de três eletrodos [12] e [39]. A utilização deste sistema visa eliminar a possibilidade de recuperação do animal, caso o período compreendido entre a insensibilização e sangria seja superior a 30 s. Neste sistema, o terceiro eletrodo possui a finalidade de promover a fibrilação cardíaca.

O grande inconveniente do sistema elétrico de três pontos está relacionado ao posicionamento do terceiro ponto. Quanto mais cranialmente o terceiro eletrodo for posicionado, menor será o índice de fraturas vertebrais, porém menor será a taxa de fibrilação cardíaca. Por outro lado, quanto mais caudalmente o terceiro eletrodo for posicionado, maior será a taxa de fibrilação, porém o índice de fraturas vertebrais também tende a aumentar [39].

Modernos insensibilizadores elétricos trabalhando com altas frequências (> 1500 Hz) têm minimizado os índices de fraturas ósseas e salpicamento [1], porém a maioria dos insensibilizadores elétricos utilizados no Brasil são semelhantes ao utilizado no presente estudo, operando em uma frequência de 45-60 Hz.

3.3 - Índices de escoriações da pele

Os índices de escoriações da pele dos híbridos A, B e C submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂), podem ser visualizados na Tabelas 8, 9 e 10.

Observa-se que o sistema elétrico proporcionou índices mais elevados na região da paleta ($p \leq 0,0001$), corpo

TABELA 8 – Valores médios e desvio padrão da intensidade das escoriações da pele de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO₂) coletivo.

Região Avaliada	N	Sistema Elétrico	N	Sistema Gasoso (CO ₂)	Valor p	MSE
Paleta	275	1,098 ± 0,57	445	0,795 ± 0,64	0,0000001***	0,382646
Corpo	275	1,040 ± 0,54	445	0,948 ± 0,62	0,04415**	0,351492
Pernil	275	0,840 ± 0,59	445	0,680 ± 0,69	0,00114**	0,426688

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados; e N = número de animais.

TABELA 9 – Valores médios e desvio padrão da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Paleta	111	1,117 ± 0,58	92	1,163 ± 0,60	72	0,986 ± 0,52	0,3272	0,2937
Corpo	111	1,063 ± 0,56	92	0,958 ± 0,49	72	0,958 ± 0,49	0,1328	0,3273
Pernil	111	0,838 ± 0,55	92	0,834 ± 0,63	72	0,834 ± 0,63	0,9867	0,3491

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados; e N = número de animais.

TABELA 10 – Valores médios e desvio padrão da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Região Avaliada	N	Genética A	N	Genética B	N	Genética C	Valor p	MSE
Paleta	212	0,797 ± 0,65	153	0,780 ± 0,67	80	0,812 ± 0,60	0,9499	0,4170
Corpo	212	0,957 ± 0,63	153	0,928 ± 0,67	80	0,962 ± 0,49	0,8830	0,3885
Pernil	212	0,656 ± 0,68	153	0,627 ± 0,72	80	0,825 ± 0,63	0,0965	0,4732

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados; e N = número de animais.

($p \leq 0,05$) e pernil ($p \leq 0,001$). No entanto, nenhuma diferença significativa foi obtida, quando se considerou a linhagem genética como fator principal em ambos os sistemas de insensibilização avaliados (*Tabelas 9 e 10*).

Estudos dos níveis de escoriações da pele de suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO_2), assim como diferentes condições de transporte e manejo pré-abate também foram o tema de outros pesquisadores [3, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 19, 21, 22, 23, 26, 30, 36 e 37].

Elevados níveis de escoriações da pele podem indicar condições de bem-estar animal e estar relacionados aos níveis de creatina fosfoquinase (CPK), lactato, cortisol e incidência da condição DFD [22 e 37]. Resultados similares foram obtidos na parte 1 deste estudo, na qual níveis plasmáticos mais elevados de cortisol, CPK e lactato foram obtidos quando se utilizou o sistema manual elétrico comparativamente ao gasoso (CO_2) [8].

Nos híbridos submetidos ao sistema manual elétrico, também foram observados índices de escoriações significativamente superiores em todas as regiões corpóreas estudadas (corpo, paleta e pernil) com se observa na *Tabela 8*.

Uma maior incidência de escoriações da pele proveniente de suínos submetidos ao sistema elétrico de insensibilização comparativamente ao sistema gasoso (CO_2) também foi reportada por CHANNON, PAYNE & WARNER [12] e HUNTER *et al.* [26].

Sob condições de abate comercial de suínos, o grau de escoriações da pele pode ser afetado pelo manejo pré-abate [6, 19, 21, 30 e 37], transporte [6, 7 e 23] e presença do gene halotano associado ao manejo pré-abate deficiente [22]. Portanto, a utilização do nível de escoriações da pele como indicador de bem-estar animal não deve ser considerada isoladamente e sim associada a outros indicadores qualitativos como, por exemplo: cor, pH, perda de líquido por exsudação (drip loss) e indicadores sanguíneos de estresse (creatina fosfoquinase, lactato e cortisol). Associações entre os índices de escoriações da pele e outros indicadores qualitativos da carne e carcaça de suínos abatidos no presente trabalho podem ser realizadas em conjunto com as partes 1 e 2 deste estudo [8].

Embora suínos portadores do gene halotano possam predispor o surgimento de escoriações da pele devido a um comportamento mais agressivo [22] não foram observadas diferenças quando se comparou os híbridos A, B e C submetidos às mesmas condições de abate, apesar da presença do genótipo heterozigoto para o gene halotano (Nn) observada nos híbridos B (*Figura 1*).

3.4 - Índices de reflexo palpebral

A incidência do reflexo palpebral, avaliado visualmente no período de 30 segundos após a insensibilização gasosa (CO_2) ou elétrica, é apresentada na *Tabela 11*.

O sistema gasoso coletivo (CO_2) proporcionou uma narcose mais eficiente e duradoura, pois somente 2,86% de

TABELA 11 – Presença de reflexo palpebral após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO_2) em 426 animais.

Sistema de Insensibilização	Número de Animais Insensibilizados	Intervalo médio	% Reflexo Palpebral
CO_2	210	30 s	2,86%
Elétrico	216	30 s	11,57%

426 animais estudados apresentaram reflexos palpebrais positivos contra 11,57% do sistema elétrico nas mesmas condições de abate.

O reflexo pupilar ocorre, em média, aos 45 s após a insensibilização gasosa (CO_2) e o palpebral aos 54 s, portanto, estima-se que um bom sistema de insensibilização deva proporcionar uma taxa de reflexo pupilar máximo de 5% na sangria e ausência de reflexo palpebral com o objetivo de garantir o bem-estar animal e qualidade das carcaças [24 e 25].

4 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na presente pesquisa permitem concluir que, independentemente da linhagem genética suína estudada, a insensibilização elétrica demonstrou ser mais estressante, proporcionando um salpicamento mais intenso e difuso nas regiões estudadas, maiores índices de escoriações da pele, assim como inferior nível de narcose o que proporcionou maior taxa de reflexo palpebral em comparação ao sistema gasoso de insensibilização.

Não se observou efeito da constituição genética dos híbridos utilizados nos níveis de salpicamento da musculatura (intensidade e extensão) e escoriações da pele nas regiões estudadas, quando submetidos ao mesmo sistema de insensibilização.

Pequenos índices de fraturas ósseas (< 1%) e contusões musculares (< 2,5%) foram obtidos em ambos os sistemas de insensibilização.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANIL, M. H.; McKINSTRY J. L. The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. **Meat Science**, v. 31, n. 4, p. 481-491, 1992.
- [2] BARTON-GADE, P. Methods of assessing meat quality, **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 6p. 1993. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [3] _____. The effect of pre-slaughter handling on meat quality in pigs. **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n° 1393E, 1997. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [4] _____. CO_2 -Stunning- Quality and welfare comparisons., **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n° 1429E, 1999. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [5] _____. Preliminary observations of pig behaviour on immersion in high concentrations of CO_2 gas. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denamark, p. 25-27, August 1999.

- [6] 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, n. 3, p. 237-247, 1998.
- [7] _____. Transportation and pre-stun handling: CO₂-Systems, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n° 1430E, 1999. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [8] BERTOLONI, W. **Efeito da genética e dos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) no bem-estar e qualidade de carne de híbridos suínos**. Campinas, 2005, 174 p, Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Eng. de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- [9] BUTINA CO₂ COMBI SYSTEM. Disponível em: <<http://www.butina.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [10] CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M.; WARNER, R. D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning all influence pork quality. **Meat Science**, v. 56, n. 3, p. 291-299, 2000.
- [11] CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M.; WARNER, R. D. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n. 1, p. 63-68, 2002.
- [12] CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M.; WARNER, R. D. Effect of stun duration and current level applied during head to back and head only electrical stunning of pigs on pork quality compared with pigs stunned with CO₂. **Meat Science**, v. 65, p. 1325-1333, 2003
- [13] CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. **I Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína**, 16 de nov. a 16 de Dez de 2000 - CNPSA / EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 16 Dez. 2000.
- [14] CHRISTENSEN, L; BARTON GADE, P New Danish developments in pig handling at abattoirs. Slagteriernes Forskningsinstitut, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n° 1378 E, 1997. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [15] FÁBREGA, E., MANTECA, X., FONT, J., GISPERT, M., CARRION, D., VELARDE, J. L., de la TORRE, R., DIESTRE, A. Effects of halothane gene and pre-slaughter treatment on meat quality and welfare from two pig crosses. **Meat Science**, v. 62, p. 463-472, 2002.
- [16] FAUCITANO, L.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S.; COELHO, 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, p. 1-13, 1998.
- [17] FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. **I Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína**, 16 de nov. a 16 de Dez de 2000 - CNPSA / EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 16 Dez. 2000.
- [18] FERNADEZ, X.; NEYRAUD, E.; ASTRUC, T.; SANTE, V. Effects of halothane genotype and pre-slaughter treatment on pig meat quality. Part 1. Post mortem metabolism, meat quality indicators and sensory traits of *m. longissimus lumborum*. **Meat Science**, v. 62, p. 429-437, 2002.
- [19] FRAQUEZA, M. J.; ROSEIRO, L. C.; ALMEIDA, J.; MATIAS, E.; SANTOS, C.; RANDALL, J. M. Effects of lairage and holding time on pig behaviour and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behavior Science**, v. 60, p. 317-330, 1998.
- [20] FUJI, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; de LEON S.; KHANNA, V. K.; 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. 5018, p. 448-451, 1991.
- [21] GEVERINK, N. A., ENGEL, B., LAMBOOIJ, E., WIEGANT, V. M. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 50, p. 1-13, 1996.
- [22] GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; GUARDIA, M. D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey on pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v. 55, p. 97-106, 2000.
- [23] GUISE, H. J.; RICHES, H. L.; HUNTER, E. J.; JONES, T. A.; WARRIS, P. D.; KETTLEWELL, P. J. The effect of stocking in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs. Carcass Measurements. **Meat Science**, v. 50, p. 439-446, 1998.
- [24] HOLST, S. Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO₂. SLAGTERIERNES FORSKNINGSSINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n° 1387E, 1997. <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [25] HOLST, S. Assessment of stun-stick interval in relation to time of exposure in CO₂ stunning of pigs. Animal welfare implications. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and Animal Welfare**. Billund, Denmark, p. 25-27, August, 1999.
- [26] HUNTER, E. J.; WEEDING, C. M.; GUISE, H. J., ABBOTT, T. A., PENNY, R. H. C. Pig welfare and carcass quality: A comparison of the influence of slaughter handling systems at two abattoirs. **Veterinary Record**, v. 135, p. 423-425, 1994.
- [27] KARL SCHERMER & CO APPARATEBAU GERÜNDER 1896 D-76275 ETTLINGEN. Disponível em: <<http://www.karl-schermer.de>>. Acesso em: 20 Nov. 2004.
- [28] KERSTIN, L.; ANDERSSON, A.; HANSSON, I. Effect of the RN gene on technological sensory meat quality in crossbred pigs with Hampshire as terminal sire. **Meat Science**, v. 42, n. 2, p. 145-153, 1996.
- [29] KOCWIN-PODSIADLA, M.; PRZYBYLSKI, W.; KURZYL, J.; TALMANT, A.; MONIN, G. Muscle glycogen level and meat quality in pigs of different halothane genotypes. **Meat Science**, v. 40, p. 121-125, 1995
- [30] MURRAY, A. C. Reduzindo perdas da porteira da granja até o abatedouro - uma perspectiva canadense. **I Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína**, 16 de nov. a 16 de Dez de 2000 - CNPSA / EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 16 Dez. 2000.
- [31] STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright stasoft, inc 1984-1995. Disponível em: <<http://www.statsoft.com.br>>. Acesso em: 20 Nov. 2000.

- [32] STOIER, S.; AASLYNG, M. D.; OLSEN, E. V.; HENCKEL, P. The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. **Meat Science**, v. 59, p. 127-131, 2001.
- [33] SUTTON, D. S.; ELLIS, M.; LAN, Y.; McKeith, F. K.; WILSON, E. R. Influence of slaughter weight and stress gene genotype on the water-holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles. **Meat Science**, v. 46, n. 2, p.173-180, 1997.
- [34] VELARDE, A. L, FAUCITANO, M., GISPERT, M. A, OLIVER., DIESTRE, A. A survey of the efficacy of electrical and carbon dioxide stunning on insensitivity in slaughter pigs. **Proc. International Congress of Meat Science and Technology** (Barcelona, Spain) v. 44, p. 1076-1077 (Abstract C124), 1998.
- [35] VELARDE, A., GISPERT, M., FAUCITANO, L., MANTECA, X., DIESTRE, A. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and hemorrhages in pork carcasses. **Meat Science**, v. 55, p. 309-314, 2000.
- [36] WARRIS, P. D., BROWN, S. N., BARTON-GADE, P., SANTOS, C., COSTA, L. N., LAMBOOIJ, E., GEERS, R. An analysis of data relating of pig carcass quality and indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, v. 49, p.137-144, 1998.
- [37] WARRIS, P. D., BROWN, S. N., EDWARDS, J. E., KNOWLES, T. G. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, v. 66, n. 1, p. 255-261, 1998.
- [38] WARRIS, P. D., BROWN, S. N., GADE, B., SANTOS, C., NANNI COSTA, L., LAMBOORJ, E., GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. **Meat Science**, v. 49, n. 2, p. 137-144, 1998.
- [39] WOTTON, S. B., ANIL, M. H., WHITTINGTON, P. E. & McLINSTRY, J. L. Pig slaughtering procedures: Head-to-Back Stunning. **Meat Science**, v. 32, n. 3, p. 245-255,1992.