

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES HÍBRIDOS SUÍNOS SUBMETIDOS À INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA E GASOSA (CO₂). PARTE 2 – MENSURAÇÕES OBJETIVAS DE QUALIDADE¹

William BERTOLONI², Expedito Tadeu Facco SILVEIRA³, Charli B. LUDTKE⁴, Marcela de Rezende COSTA⁵

RESUMO

Suínos provenientes de três linhagens genética (A, B e C) comercializados no Brasil, com peso vivo de 100 a 120 kg foram submetidos ao insensibilizador elétrico manual (Karl Schermer 220-230/250 volts, 45-60 Hz e 1,4-1,5A) e ao gasoso coletivo (Combi-Butina 90% CO₂) no mesmo abatedouro. O sistema gasoso proporcionou aos híbridos valores (b*) superiores (p<0,001) quando comparados ao sistema elétrico, assim como diferenças nos valores médios de refletância luminosa interna (Hennessy-gp4) aos 45 min. *pm* e 24^a h *pm* (p<0,05). Quando submetidos ao sistema gasoso, diferenças entre os híbridos nos valores médios de luminosidade superficial (L) 24^a h *pm* (p<0,0001), pH 24^a h *pm* (SM) (p<0,0001), valores (b*) 24^a h *pm* (p<0,05), refletância luminosa interna aos 45 min e 24^a h (LD) (p<0,001) foram observadas. Utilizando-se o sistema manual elétrico verificaram-se diferenças significativas nos valores médios de refletância luminosa interna (LD) aos 45 min. e 24^a h *pm* (p<0,001), assim como nos valores médios de pH 24^a h *pm* (SM) e (SC) (p<0,05). Entretanto as diferenças obtidas entre os sistemas de insensibilização e híbridos estudados não foram suficientes para proporcionar diferenças significativas nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível”.

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

SUMMARY

EVALUATION OF DIFFERENT SWINE BREEDS SUBMITTED TO THE ELECTRIC AND GASEOUS(CO₂) STUNNING SYSTEMS. PART 2 - QUALITY OBJECTIVE MENSURATIONS. Pigs of three genetic lineages A, B and C commercialized in Brazil, with weight from 100 to 120 kg, were submitted to the manual electric stunning (Karl Schermer 220-230/250 Volts, 45-60 Hz and 1,4 -1,5A) and to the collective gaseous system (COMBI-BUTINA 90% CO₂) at the same slaughterhouse. The gaseous system provided to the hybrids an increase in the values (b*) (p<0,001), when compared to the electric system, as well as differences in the average values of light scattering (Hennessy-gp4) to the 45 min. *pm* and 24^a h *pm* (p<0,05). When submitted to the gaseous system, differences among the hybrid in the average values of superficial brightness (L) 24^a h *pm* (p<0,0001) pH 24^a h *pm* (SM) (p<0,0001), values (b*) 24^a h *pm* (p<0,05), light scattering 45 min e 24^a h (LD) (p<0,001) were observed. By using the manual electric system, significant differences were verified in the average values of light scattering (LD) 45 min. e 24^a h *pm* (p<0,001), as well as in the average values of pH 24^a h *pm* (SM) e (SC) (p<0,05). However, the differences obtained between the stunning systems and hybrids were not enough to provide significant differences in the values of water holding capacity, drip loss and expressible moisture.

Keywords: stunning system, animal welfare, meat quality.

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das anomalias PSE e DFD na carne suína é fruto de interação entre o genótipo e o ambiente. Portanto, os procedimentos de abate por si constituem fatores estressantes muito fortes para os animais.

Embora a insensibilização elétrica tenha sido muito difundida desde o final da década de 1920, o aspecto humanitário da insensibilização com CO₂ ainda é um assunto muito controvertido dentro da comunidade científica. Esta técnica de insensibilização vem ganhando muita popularidade na comunidade européia. Entretanto, aspectos relativos ao bem-estar proporcionado por esta técnica são muito questionados [50].

Diversos autores (BERTRÁN *et al.* [9]; CHANNON *et al.* [12];[13];[14]; FERNÁNDEZ *et al.* [18]; GARRIDO *et al.* [23]; HENCKEL *et al.* [26]; JONGMAN *et al.* [30]; MARGIT & BARTON-GADE [38]; REES *et al.* [41]; ROSENVOLD & ANDERSEN [42]; STROIER *et al.* [43]; VELARDE [50]) têm se dedicado ao estudo do efeito dos sistemas de insensibilização gasoso (CO₂) e elétrico nas características qualitativas da carne suína, como: capacidade de retenção de água e pH, entretanto, a maioria das pesquisas não representa as condições de abate e linhagens genéticas de suínos utilizados no Brasil.

Mensurações de cor (L, a*, b*) também têm sido utilizadas por vários autores como: ALLISON *et al.* [2]; CHANNON, PAYNE & WARNER [13]; FERNANDEZ *et al.* [18]; GARRIDO *et al.* [23]; HENCKEL [25]; KERSTIN, ANDERSON & HANSSON [33]; MARGIT & BARTON-GADE [38]; REES *et al.* [41], na tentativa de prever a qualidade da carne suína quando aspectos relacionados ao bem-estar e sistemas de insensibilização são avaliados, medidas (L, a*, b*) obtidas na 24^a h *post-mortem* apresentam um bom potencial para identificar aspectos qualitativos da carne, principalmente quando os valores de luminosidade (L) são associados aos valores de pH [15, 21].

¹Recebido para publicação em 14/4/2005. Aceito para publicação em 28/4/2005. (001513)

¹Pesquisa realizada com apoio financeiro da Fapesp

²Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)

<http://www.ufmt.br>

E-mail: bt.william@ig.com.br

^{3,4,5}Centro de Tecnologia de Carnes, Ital

E-mail: tfacco@ital.org.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

Pesquisas relataram a existência de uma forte associação entre o pH mensurado na linha de abate e características qualitativas em carcaças suínas como a capacidade de retenção de água e propriedades associadas à solubilidade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas [11, 15, 17, 22, 29, 32, 39, 48, 49, 52].

Suínos portadores dos genótipos (Nn) e (nn) para o gene halotano, tendem a apresentar carnes com altos índices de luminosidade em comparação aos suínos (NN) como demonstram os estudos realizados por: FERNANDEZ *et al.* [18]; KERSTIN, ANDERSON & HANSSON [33]; KOCWIN-PODSIADLA *et al.* [34]; ROSENVOLD & ANDERSEN [42]. O aumento da luminosidade nesta situação é fruto de um incremento na velocidade das reações glicolíticas o que proporciona uma redução dos valores de pH, diminuição da solubilidade protéica, redução da capacidade de retenção de água, resultando em um aumento da luminosidade superficial e interna da carne.

Uma rápida produção de lactato, como a encontrada em raças suínas susceptíveis ao estresse, pode resultar no dobro da capacidade de dispersão luminosa. Alternativamente à degradação do glicogênio antes do abate, pode proporcionar uma carne mais translúcida [1, 5, 6, 7, 36, 39].

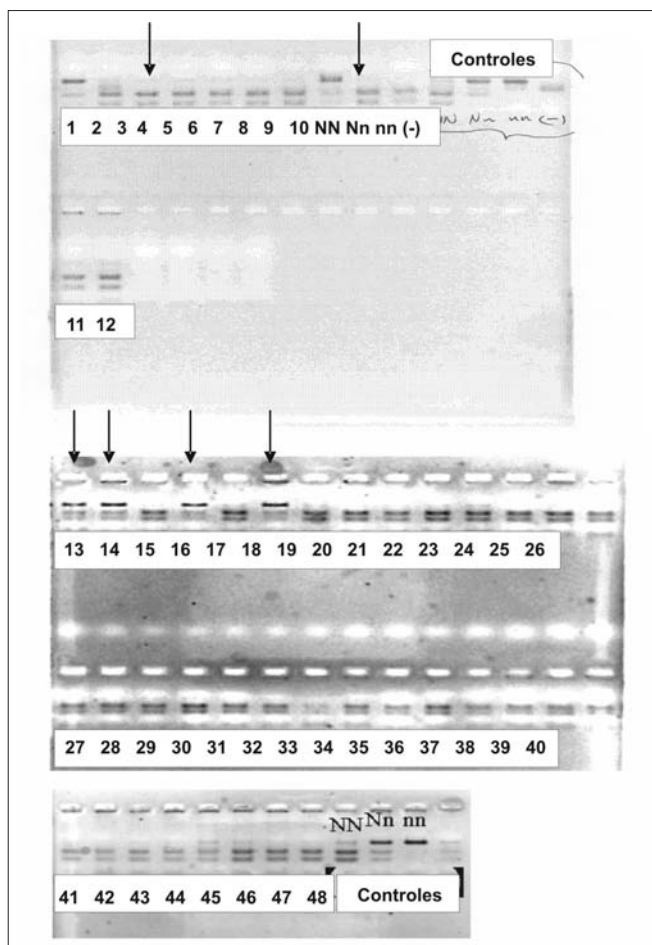


FIGURA 1 – Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese, onde ↓ = genótipo (Nn)

Os valores de refletância luminosa interna, obtidos na 1ª h post-mortem por sondas ópticas no músculo longissimus dorsi, podem ser utilizados como indicador de qualidade. Valores superiores a 46 podem indicar a presença da condição PSE, valores inferiores a 23, a sua ausência, e valores entre 46 e 23 são considerados como questionáveis segundo JOACHIM [28]. Entretanto o mesmo autor admitiu que o período da 1ª h post-mortem é muito cedo para determinar a condição PSE com exatidão.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a influência do sistema de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂), assim como diferentes linhagens genéticas (A, B e C) nos indicadores objetivos de qualidade de carne suína.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Delineamento do experimento

O experimento constituiu-se 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, em frigorífico-abatedouro localizado na cidade de Rio Verde (GO).

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 1,41,5A), no mesmo frigorífico.

Os resultados provenientes de ambas as fases experimentais foram analisados conjuntamente por meio de análise de variância correspondente a um delineamento em blocos inteiramente ao acaso com estrutura fatorial de tratamentos 3X2 (3 genéticas e 2 sistemas de insensibilização) considerando-se como fator de blocagem 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 através de análise de variância utilizado-se o programa STATISTICA FOR WINDOWS [44] - RELEASE 5.0 A Copyright® Star Soft, Inc. (1984-995).

2.2 - Perfil genético dos animais estudados

Amostras do músculo *semimembranosus* (10 g) de cada animal avaliado foram coletadas na 24ª 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 e 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, posteriormente uma eletroforese em gel de agarose (3%) para o gene halotano e visualização com brometo foi realizada (Figura 1).

2.3 - Transporte, desembarque e manejo pré-abate

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

Quanto aos animais provenientes da linhagem C, estes 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 carroceria e a 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.

2.4 - Sistema de insensibilização gasoso (CO₂)

Os animais foram submetidos a um sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo do tipo compacto (Combi) comercializado e produzido pela empresa dinamarquesa BUTINA [10] 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 um período de 70 s e, na seqüência, os animais foram submetidos a uma sangria vertical.

2.5 - Sistema de insensibilização elétrico

Durante a segunda fase experimental, metade dos animais abatidos foi desviada do sistema de insensibilização

gasoso (CO₂) e insensibilizada com um equipamento manual de insensibilização elétrica, comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer [31] (220-230/250 volts, 45-60 Hz e 1,4-1,5A).

Durante esta 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.

2.6 - Mensurações de pH

Os valores de pH foram mensurados utilizando-se pH-metro portátil modelo pH 1001 e sonda Lancefet em plástico ABS, com sistema de identificação digital LCD, precisão de ±0,01 pH, sensor de compensação de temperatura TEC 530 e eletrodo apropriado para determinação de pH em profundidade.

As mensurações foram realizadas em duplicata nos músculos, *semispinalis captis* (SC) e *semimembranosus* (SM), na 24^a h *post-mortem*.

2.7 - Mensurações de cor (L, a*, b*)

A cor foi mensurada no período de 24 h *post-mortem* com o auxílio do colorímetro manual da marca Collor-Guide Gardner, modelo 45/0, CR 300, DL65, Ø 8 mm, ângulo de visão de 0°, com iluminação difusa e componente especular.

As mensurações foram realizadas em duplicata no músculo *longissimus dorsi*, utilizando-se o sistema (L, a*, b*).

2.8 - Mensurações de perda por exsudação

No período de 24 h *pm* procedeu-se o espostejamento das carcaças. Amostras do músculo *longissimus dorsi* foram retiradas na região entre a 8^a e 10^a vértebras torácicas, com o objetivo de determinar a perda por exsudação, segundo a metodologia descrita por RASMUSSEN & ANDERSON [40].

2.9 - Mensurações da capacidade de retenção de água (CRA)

A mensuração da capacidade de retenção de água foi realizada empregando-se a metodologia descrita por GRAU & HAMM [24] e modificada por HOFMANN *et al.* [27], na qual amostras de 0,5 (g) ± 0,0005 do músculo *longissimus dorsi* foram retiradas das carcaças no período de 24 h *post-mortem* e posteriormente prensadas (500 lbs/pol²) entre dois discos de papel filtro Whatman n° 2 e placas de plexiglass durante 2 min, utilizando-se prensa manual hidráulica da marca Solotest, modelo 511.

2.10 - Mensurações da refletância luminosa interna

As mensurações de refletância luminosa interna foram obtidas utilizando-se o sistema Hennessy GP4 de

tipificação de carcaças com comprimento de onda de 586 a 590 nm.

Na 1ª h *post-mortem*, após a divisão da carcaça e antes da entrada no túnel de resfriamento, as mensurações foram obtidas no músculo *longissimus dorsi* na linha de abate. No período de 24ª h *post-mortem* as avaliações foram realizadas antes do espostejamento das carcaças.

2.11 - Mensurações da “umidade exprimível”

Após a realização das mensurações qualitativas no frigorífico, amostras cárneas do pernil (*semimembranosus*) provenientes de cada tratamento foram coletadas, embaladas a vácuo, congeladas a -20°C e transportadas para o laboratório.

As porções cárneas foram descongeladas à temperatura de 5 a 8°C, conforme a programação de execução e as determinações foram realizadas em triplicata.

A técnica adotada para isolar o extrato miofibrilar foi a descrita por EISELE & BREKKE [16], com algumas modificações. Inicialmente, foram removidos a gordura e o tecido conectivo aparentes das amostras e posteriormente procedeu-se à moagem utilizando-se discos com orifícios de 4 mm de diâmetro. Adicionaram-se quatro volumes de tampão fosfato de sódio (0,05 M, 0,1 M NaCl pH 7,0) e efetuou-se a homogeneização em liquidificador durante 30 s. A seguir, realizou-se a extração durante 1 h, sob refrigeração, usando agitador de velocidade variável da marca Tecnal modelo TE-039/1, operando entre 1.200 e 1.600 rpm.

Centrifugou-se durante 20 min a 6.000 rpm (Centrífuga SORVAL RC 2B; rotor GSA) sob temperatura de refrigeração (4°C) e descartou-se o sobreandante (proteínas solúveis em água); procedeu-se à nova extração, utilizando o decantado com quatro volumes de tampão – fosfato de sódio (0,05 M, 0,1 M NaCl pH 7,0) por 1 h, sob resfriamento. Centrifugou-se novamente a 6.000 rpm durante 20 min sob refrigeração.

Descartou-se o sobrenadante e adicionou-se ao decantado 1/3 de seu peso, equivalente de tampão fosfato de sódio (0,05 M, 2,4 M NaCl pH 7,0) sob agitação para dispersar o resíduo. Adicionaram-se dois volumes de tampão fosfato de sódio (0,05 M, 0,6 M NaCl pH 7,0) e foram extraídas, como anteriormente, por 1 h. Centrifugou-se durante 15 min a 12.000 rpm sob refrigeração e descartou-se o decantado (proteínas insolúveis) e, a seguir, adicionou-se sob agitação quatro volumes de água destilada gelada ao sobrenadante, Centrifugou-se novamente sob refrigeração durante 35 min a 12.000 rpm.

Após o isolamento do extrato miofibrilar, a porcentagem de “umidade exprimível” foi determinada seguindo-se a metodologia descrita por JAUREGUI *et al.* [30], com algumas modificações.

Após o isolamento, 1 g do extrato miofibrilar foi pesado sobre uma folha de papel filtro Whatman nº 40 Ø 90 mm em balança analítica. O papel filtro contendo a amostra foi

dobrado na forma de um cartucho e centrifugado durante 15 min a 3.000 rpm sob temperatura de refrigeração (4°C). Na seqüência, o extrato miofibrilar foi retirado com auxílio de uma espátula e o papel filtro foi pesado novamente.

O cálculo da “umidade exprimível” foi obtido pela seguinte equação: % Umidade Exprimível = [(P1-P2)/P3]X100, onde P1 = Peso final do papel filtro, P2 = Peso inicial do papel filtro e P3 = Peso da amostra.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os sistemas de insensibilização utilizados (*Tabelas 1, 2 e 3*), observou-se a ausência de variações significativas nos valores de pH 24ª h *pm* com exceção dos valores de pH 24ª h *pm* mensurados na região da sobrepaleta (SC) para os híbridos A ($p \leq 0,039$) quando comparado ao sistema elétrico. Resultados similares foram encontrados por GARRIDO *et al.* [23]; HENCKEL [25]; VELARDE *et al.* [50]; BERTRAN *et al.* [9]; CHANNON, PAYNE & WARNER [13, 14]; RESS *et al.* [41].

Segundo STOIER *et al.* [43], suínos submetidos ao sistema elétrico de insensibilização apresentam uma diminuição rápida da concentração plasmática da creatina fosfato, induzindo o início do ciclo anaeróbico mais rapidamente e proporcionando uma queda mais acentuada dos valores de pH nas primeiras horas *post-mortem*.

Valores de pH podem estar associados ao potencial glicolítico, capacidade de retenção de água e solubilidade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, entretanto, nem todas as etapas que envolvem o metabolismo *post-mortem* são totalmente conhecidas pela comunidade científica internacional.

ALLISON *et al.* [2]; HENCKEL [25] relatam que as variações na qualidade da carne suína não podem ser explicadas na totalidade pela variação da concentração de enzimas glicolíticas. A capacidade de retenção de água e índices de cor (L, a*, b*) não foram associados ao aumento da concentração de enzimas glicolíticas em ambos os estudos.

Variações na concentração plasmática de lactato foram encontradas quando se comparou os sistemas elétrico e gasoso de insensibilização, porém esta variação não se refletiu nos valores de pH 24ª h *pm* encontrados em todos os híbridos avaliados [8], corroborando com os resultados obtidos por ALLISON *et al.* [2]; HENCKEL [25].

Comparando-se as linhagens genéticas avaliadas (A, B e C), observaram-se variações significativas nos valores de pH 24ª h *pm* mensurados no pernil (SM) entre os híbridos, quando submetidos ao sistema elétrico ($p \leq 0,05$) e coletivo gasoso ($p \leq 0,001$) como se observa nas *Tabelas 4 e 5*.

Quanto aos valores de pH 24ª h *pm* mensurados na sobrepaleta (SC), pequena diferença ($p \leq 0,05$) foi observada entre os híbridos, quando submetidos ao sistema elétrico de insensibilização, entretanto, quando o sistema gasoso foi utilizado nenhuma diferença significativa foi observada (*Tabelas 4 e 5*).

Diferenças significativas nos valores de pH 24^a h *pm* entre diferentes híbridos suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico ou gasoso também foram encontradas por outros pesquisadores [12, 42]

Diferenças significativas nos índices de cor (L, a*, b*) entre as diferentes linhagens estudadas foram encontradas quando o sistema gasoso foi utilizado. Neste sistema de insensibilização, os híbridos A e B diferiram dos híbridos C por apresentarem valor de luminosidade superficial mais elevado (Tabela 5).

Quando o sistema elétrico de insensibilização foi utilizado a mesma tendência foi observada nos suínos provenientes das linhagens A e B, quando comparados aos híbridos C, porém sem significância estatística (Tabela 4).

Suínos insensibilizados com o sistema gasoso (CO₂) apresentaram valores (b*) mais elevados (p<0,001) quando comparados aos submetidos ao sistema elétrico, com exceção dos híbridos C, quando insignificante variação foi observada (Tabelas 1, 2 e 3).

Em resumo, observa-se que as mensurações objetivas de cor sofreram influências do sistema de insensibilização adotado e do programa de seleção genética utilizado para cada híbrido.

Associando-se os valores de pH aos de luminosidade superficial (L) obtidos no presente estudo observa-se que embora os híbridos A e B, quando submetidos ao sistema gasoso (CO₂), tenham apresentado maiores índices de luminosidade (L) em comparados aos híbridos C, valores normais de pH 24^a h *pm* mensurados no pernil (SM) e sobrepaleta (SC) foram encontrados nos suínos provenientes destas linhagens.

Em uma amostragem dos animais estudados, observou-se a presença do genótipo (Nn) para o gene halotano nos suínos provenientes da linhagem genética B (Figura 1), entretanto, não se observou a influência desta constituição nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível”.

Nenhuma diferença significativa estatisticamente foi encontrada, quando se considerou o sistema de insensibilização ou a constituição genética dos suínos estudados como efeito principal, nos valores de per-

da por exsudação no presente estudo, como se observa nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, não corroborando com os resultados obtidos por outros pesquisadores como: BERTRAN *et al.* [9]; CHANNON, PAYNE & WARNER [13, 14]; REES *et al.* [41].

Quando o efeito do sistema elétrico foi associado à presença dos genótipos (Nn) e (nn) para o gene halotano, as perdas por exsudação tenderam a se intensificar como demonstram os estudos realizados por: CHANNON, PAYNE & WARNER [12]; ROSENVOLD & ANDERSEN [42]; SUTTON *et al.* [45]; van der WAL; ENGEL & REIMERT [47]. Entretanto, significativas perdas por exsudação no presente estudo não foram observadas como já reportado, corroborando com os estudos de ALLISON *et al.* [2]; GARRIDO *et al.* [23].

A presença ou ausência de uma variação significativa nos valores de perda por exsudação da carne de suínos submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) e elétrico pode em muitos estudos ter sofrido uma interferência de outros fatores como constituição genética, manejo pré-abate e modelo do insensibilizador utilizado.

Vários autores, [3, 4, 19, 26, 30, 35, 37, 46 e 51] relatam a existência de uma forte associação do manejo pré-abate, sistema de insensibilização e constituição genética, nas características qualitativas da carne suína.

Comparando os resultados de capacidade de retenção de água (CRA) obtidos durante a realização da primeira e segunda fase experimental conjuntamente, no presente estudo, observa-se que os resultados obtidos seguiram o mesmo comportamento dos valores de perda por exsudação.

Embora nenhuma diferença estatística tenha sido observada entre os valores de CRA obtidos em relação ao sistema de insensibilização ou constituição genética dos híbridos avaliados (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5), observa-se que em ambas as fases experimentais e tratamentos utilizados os valores de CRA obtidos foram inferiores aos encontrados na literatura científica empregando-se a mesma metodologia (HOFMANN *et al.* [27]).

Esta redução nos valores de CRA pode ter ocorrido devido à grande manipulação que as amostras cárneas

TABELA 1 – Média, desvio padrão e número das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos A submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização

Variável	Sistema de Insensibilização				
	N	Gás (CO ₂)	Elétrico	Valor (p)	MSE
L	93	47,11±5,21	44,66±6,15	0,071490	29,50564
a*	93	0,28±0,85	0,33±1,07	0,800122	0,815327
b*	93	7,16±1,93	5,52±0,83	0,000277***	3,053496
pH24SM	82	5,83±0,17	5,78±0,23	0,339837	0,035553
pH24SC	51	6,07±0,30	6,27±0,17	0,039221*	0,077383
PH24LD	53	5,66±0,782	5,65±0,101	0,752544	0,007741
HGP45 LD	183	39,50±6,49	35,64±3,80	0,00002***	32,31240
HGP24 LD	143	90,72±11,48	85,70±8,83	0,006272**	111,1606
% Exsudação (3°C)	51	4,74±1,25	5,58±1,80	0,052716	2,211957
CRA	90	0,285±0,062	0,275±0,0042	0,461400	0,003426

CRA (Capacidade de Retenção de Água); HGP (Refletância Luminosa Interna – Hennessy GP4); SM (músculo *semitembranosus*); SC (*semiternalis capitis*); LD (músculo *L. dorsi*); L (Luminosidade Superficial), a* (vermelho/verde); b*(amarelo/azul); *p<0,05; **p< 0,01; ***p< 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados

sofreram durante as etapas que antecederam a determinação da CRA, como: as mensurações de cor, pH e perdas por exsudação. Entretanto, todos os procedimentos para a determinação da CRA foram idênticos em ambas as fases experimentais avaliadas não privilegiando nenhum dos tratamentos estudados.

Ausência de variação significativa nos valores de capacidade de retenção de água da carne de suínos de diferentes

constituições genética, submetidos a diferentes sistemas de insensibilização, também foi observada por ALLISON *et al.* [2]; GARRIDO *et al.* [23].

Observa-se nas Tabelas 1, 2 e 3 que os suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) apresentaram níveis mais elevados de refletância luminosa interna aos 45 min e na 24^a h *post-mortem*, exceto os híbridos C, quando o comportamento inverso foi observado. Embora o sistema

TABELA 2 – Média, desvio padrão e número das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos B submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização

Variável	Sistema de Insensibilização				
	N	Gás (CO ₂)	Elétrico	Valor (p)	MSE
L	76	45,37±4,89	44,48±5,44	0,486286	25,51219
a*	76	0,34±0,94	0,56±1,25	0,406617	1,077084
b*	76	7,42±1,66	5,61±1,83	0,000075***	2,923117
pH24SM	71	5,74±0,17	5,68±0,11	0,186353	0,024518
pH24SC	54	6,06±0,24	6,14±0,15	0,229496	0,046914
PH24LD	44	5,58±0,89	5,62±0,87	0,103899	0,007739
HGP45 LD	246	40,00±6,37	34,71±3,75	8,48 ⁻¹⁰ ***	33,38553
HGP24 LD	125	86,75±9,653	79,30±15,70	0,002044**	174,1674
% Exsudação (3°C)	45	5,52±1,167	5,30±1,37	0,571103	1,635225
CRA	75	0,282±0,042	0,280±0,048	0,866440	0,001952

CRA (Capacidade de Retenção de Água); HGP (Refletância Luminosa Interna – Hennessy GP4); SM (músculo *semimembranosus*); SC (*semispinalis capitis*); LD (músculo *L. dorsi*); L (Luminosidade Superficial); a* (vermelho/verde); b* (amarelo/azul); *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados

TABELA 3 – Média, desvios padrão e número das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos C submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização

Variável	Sistema de Insensibilização				
	N	Gás (CO ₂)	Elétrico	Valor (p)	MSE
L	48	41,46±5,16	41,71±5,77	0,875206	30,08245
a*	48	0,76±0,89	0,84±1,10	0,777065	1,009669
b*	48	6,28±0,964	6,02±1,36	0,451964	1,416400
pH24SM	47	5,65±0,15	5,67±0,13	0,629924	0,020764
pH24SC	25	6,26±0,22	6,29±0,19	0,728385	0,039462
PH24LD	49	5,63±0,12	5,61±0,08	0,664359	0,011068
HGP45 LD	147	30,58±3,25	31,75±2,72	0,019880**	9,031936
HGP24 LD	84	83,54±8,10	90,27±16,04	0,012352*	131,1250
% Exsudação (3°C)	46	5,68±2,11	5,75±1,84	0,905675	3,845849
CRA	58	0,278±0,05	0,284±0,05	0,652768	0,002285

CRA (Capacidade de Retenção de Água); HGP (Refletância Luminosa Interna – Hennessy GP4); SM (Músculo *semimembranosus*); SC (*semispinalis capitis*); LD (músculo *L. dorsi*); L (Luminosidade Superficial); a* (vermelho/verde); b* (amarelo/azul); *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados

TABELA 4 – Média, desvio padrão e número das mensurações qualitativas de suínos submetidos ao sistema elétrico manual de insensibilização.

Variável	Híbrido		Híbrido		Híbrido		Valor (p)	MSE
	N	A	N	B	N	C		
L	21	44,66±6,15	22	44,48±5,44	25	41,71±5,77	0,1527	33,4871
a*	21	0,33±1,07	22	0,56±1,25	25	0,84±1,10	0,32523	1,307813
b*	21	5,53±0,8	22	5,61±1,8	25	6,02±1,4	0,432035	1,974893
PH24SM	21	5,78 ^a ±0,23	22	5,68 ^b ±0,11	25	5,67 ^b ±0,14	0,046963*	0,027400
pH24SC	11	6,28 ^b ±0,17	15	6,14 ^a ±0,15	16	6,29 ^b ±0,19	0,046236*	0,029306
HGP45 LD	64	35,64 ^a ±3,80	104	34,31 ^a ±3,62	113	31,51 ^b ±2,98	3,84X10 ⁻¹⁴ ***	11,70618
HGP24 LD	55	85,69 ^a ±8,82	66	79,30 ^b ±15,70	29	90,27 ^a ±16,04	0,000898***	186,6026
% Exsudação 3°C	20	5,58±1,80	24	5,30±1,37	26	5,75±1,84	0,0641518	2,823370
CRA	20	0,275±0,042	23	0,280±0,048	25	0,284±0,049	0,791107	0,002176
% EU	6	60,72±13,56	5	54,54±18,17	6	48,38±13,54	0,388427	225,5726

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água); HGP (Refletância Luminosa Interna); SM (*semimembranosus*); LD (*L. dorsi*); SC (*semispinalis capitis*); L (Luminosidade Superficial); a* (vermelho/verde); b* (amarelo / azul); UE ("Umidade Exprimível"); *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados. Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Scheffé (p<0,05). Os valores de pH foram analisados pelo teste LSD

TABELA 5 – Médias, desvios padrão e número das mensurações qualitativas de suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) automático coletivo de insensibilização

Variável	Híbrido		Híbrido		Híbrido		Valor (p)	MSE
	N	A	N	B	N	C		
L	72	47,11 ^a ±5,21	54	45,37 ^a ±4,89	23	41,46 ^b ±5,16	0,000040***	25,890
a*	72	0,28±0,85	54	0,34±0,94	23	0,76±0,89	0,07522	0,789972
b*	72	7,17 ^a ±1,93	54	7,42 ^a ±1,66	23	6,28 ^b ±0,96	0,03058*	2,951816
pH24SM	61	5,83 ^a ±0,17	49	5,74 ^b ±0,17	24	5,65 ^b ±0,15	0,000039***	0,28480
pH24SC	40	6,08±0,30	39	6,06±0,24	9	6,26±0,22	0,11976	0,0705
HGP45	119	39,50 ^a ±6,47	179	39,99 ^a ±6,37	76	30,59 ^b ±3,25	9,9X10 ⁻²⁸ ***	34,89487
HGP24	88	90,72 ^a ±11,48	59	86,75 ^{ab} ±9,65	55	83,54 ^{ac} ±8,10	0,000219***	102,6025
% Exsudação 3°C	31	4,74±1,25	21	5,52±1,17	20	5,68±2,11	0,062711	2,3007
CRA	70	0,286±0,062	52	0,282±0,042	33	0,278±0,047	0,812744	0,002832
%EU	6	58,47±16,76	6	56,22±14,97	4	67,35±4,81	0,474079	199,5485

CRA (Capacidade de Retenção de Água); HGP (Refletância Luminosa Interna – Hennessy GP4); SM (músculo *semimembranosus*); LD (músculo *L. dorsi*); SC (*semispinalis capitis*); L (Luminosidade Superficial); a* (vermelho/verde); b* (amarelo/azul); EU ("Umidade Exprimível"); *p≤0,05; **p≤0,01; ***p≤0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados. Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Scheffé test (p≤0,05)

gasoso tenha proporcionado pequena elevação nos valores de refletância luminosa interna, não se observou variação significativa nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e "umidade exprimível" destes híbridos quando comparado ao sistema elétrico de insensibilização, demonstrando que os sistemas de insensibilização se equivaleram para os caracteres qualitativos em questão.

Ausência de significância estatística nos valores de refletância luminosa interna proveniente de suínos submetidos ao sistema elétrico e gasoso de insensibilização também foi relatada por CHANNON, PAYNE & WARNER, [13]; GARRIDO *et al.* [23].

Os valores referentes às determinações da "umidade exprimível" (*expressible moisture*), provenientes dos híbridos A, B e C, submetidos aos sistemas elétrico e gasoso de insensibilização, podem ser visualizados nas Tabelas 4 e 5.

Seguindo o mesmo comportamento das mensurações de capacidade de retenção de água (CRA) e perdas por exsudação em ambas as fases experimentais realizadas, também se observou a ausência de significância estatística quando se considerou a linhagem genética ou o sistema de insensibilização como fator principal, corroborando com os estudos de ALLISON *et al.* [2]; GARRIDO *et al.* [23].

Elevadas perdas por exsudação provenientes de animais submetidos ao sistema elétrico em comparação ao sistema gasoso (CO₂) de insensibilização foram reportadas por BERTRAN *et al.* [9]; CHANNON, PAYNE & WARNER [13, 14]; REES *et al.* [41]. Entretanto, em muitos estudos os índices obtidos podem ter sofrido interferência de outros fatores como constituição genética, manejo pré-abate e modelo do insensibilizador utilizado, como já reportado.

4 - CONCLUSÕES

O presente estudo permite as seguintes conclusões:

- diferenças nos valores (b*) e pH 24^a h *pm* na sobrepaleta (SC), refletância luminosa interna aos 45 min. *pm* e na 24^a h *pm* no lombo (LD) foram encontradas quan-

do se comparou os sistemas de insensibilização gasoso e elétrico, porém estas diferenças não foram suficientes para proporcionar variações significativas nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e "umidade exprimível";

- quando as linhagens genéticas (A, B e C) foram consideradas como fator principal observou-se diferenças nos valores médios de luminosidade (L), pH 24^a h *pm* no pernil (SM) e sobrepaleta (SC), assim como nos valores de refletância luminosa interna, entretanto, estas variações também não foram suficientes para influenciar os valores de capacidade de retenção de água e umidade exprimível" entre os mesmos.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. Calibration of the Hennessy GP4 meat probe and drip loss in pork. **Poseidon Consulting**, Auckland, 1996. 14 p.
- ALLISON, C.P.; BATES, R.O.; BOOREN, A.M.; JOHNSON, R.C.; DOUMIT, M.E. Pork quality variation is not explained by glycolytic enzyme capacity. **Meat Science**, v. 63, p. 17-22, 2003.
- ANIL, M.H.; WHITTINGTON, P.E.; MCKINSTRY. The effect of the sticking method on welfare of slaughter pigs. **Meat Science**, v. 55, p. 315-319, 2000.
- BARTON-GADE, P. Welfare of animal production in intensive and organic systems with special reference to Danish organic pig production. **Meat Science**, v. 62, p. 353-358, 2002.
- BARTON-GADE, P. Methods of assessing meat quality. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 6 p, 1993. Disponível em: <http://www.dmri.dk>. Acesso em: 20 nov. 2004.
- BARTON-GADE, P.; BEJERHOLM, C. Early post mortem detection of PSE and intramuscular fat using the MQM equipment. **35th International Congress of Meat Science and Technology**, Copenhagen, v. 3, p.1.105-1.110, 1989.
- BARTON-GADE, P.; OLSEN, E.V. The relationship between water holding capacity and measurements carried out with the automatic Danish meat quality

- probe. **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 1984. 10p. Disponível em: <http://www.dmri.dk>. Acesso em: 20 nov. 2004.
- [8] BERTOLONI, W.; SILVEIRA, E.T.F. Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂). Parte 1 – Mensuração dos indicadores sanguíneos de estresse. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** – em publicação.
- [9] BERTRAM, H.C.; JORGENSEN, H.S.; KARLSSON, A.H.; ANDERSEN, H.J. *Post-mortem* energy and meat quality of porcine *M. longissimus dorsi* as influenced by stunning method – A ³¹P NMR spectroscopic study. **Meat Science**, v. 62, p. 113-119, 2002.
- [10] BUTINA CO₂ COMBI SYSTEM. Disponível em: <http://www.butina.dk>. Acesso em: 20 nov. 2004.
- [11] BUDIG, J.; INGR, I. Comparison and application of quality criteria for PSE of pork. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.5, p. 875-878, 1992.
- [12] CHANNON, H.A.; PAYNE, A.M.; WARNER, R.D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning all influence pork quality. **Meat Science**, v. 56, p. 291-299, 2000.
- [13] 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, p. 63-68, 2002.
- [14] 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. 1.325-1.333, 2003.
- [15] CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; BADIANI, A.; ROSA, P.; DELBONO, G. Objective evaluation of pork quality: Results of on-line measurements. **Meat Science**, Barking, v. 34, p. 79-93, 1993.
- [16] EISELE, T.A.; BREKKE, C.I. Chemical modification and functional properties of acylated beef heart myofibrillar protein. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 4, p. 1.095-1.102, 1981.
- [17] EIKELNBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; van der WAL, The eating quality of pork. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 76, n. 4, p. 392-393, 1996.
- [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 behavior and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour 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 (5.018), p. 448-451, 1991.
- [21] GARRIDO, M.D.; HONIKEL, K.O. Relación entre las características de la calidad de la carne de cerdo en las primeras horas post mortem y después del enfriamiento. **Fleischwirtschaft, español**, Frankfurt, v. 2, n. 1, p. 4-8, 1996.
- [22] GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J.; BAÑON, S.; LÓPEZ, M.B.; LAENCINA, J. On-line methods for pork quality detection. **Food Control**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 111-113, 1995.
- [23] GARRIDO, M.D.; PEDAUYÉ, J.; MARQUES, J.; LAENCINA, J. Pork quality affected by different slaughter conditions and post-mortem treatment of the carcasses. **Lebensite-Wiss. Technology**, v. 27, p. 173-176, 1994.
- [24] GRAU, R.; HAMM, R. Brühwurstqualität und bestimmung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**, v. 34, p. 36-39, 1954.
- [25] HENCKEL, P. Influence of stunning method on pH-decrease and meat quality. Slagteriernes Forskningsinstitut, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n°1413E, 1998. Disponível em: <http://www.dmri.dk>. Acesso em: 20 nov. 2004.
- [26] HENCKEL, P.; KARLSSON, A.; JENSEN, M.T.; OKSBJERG, N.; PETERSEN, S.J. Metabolic conditions in Porcine *longissimus* muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post-mortem energy metabolism. **Meat Science**, v. 62, p. 145-155, 2002.
- [27] HOUFMANN, K.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neus über die bertimung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**, v. 62, p. 87-92, 1982.
- [28] JAUREGUI, C.A.; REGENSTEIN, J.M.; & BAKER, R.R.A. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, p. 1.271-1.273, 1981.
- [29] JOACHIM, E.R. Possible methods of automatic on-line determination of quality parameters when classifying and selecting carcasses and meat cuts. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 76, n. 9, p. 924-928, 1996.
- [30] JONGMAN, E.C.; BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, PH. The aversiveness of carbon dioxide stunning in pigs and a comparison of the CO₂ stunner crate vs. the V-restrainer. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 67, p. 67-76, 2000.
- [31] KARL SCHERMER & CO APPARATEBAU GERÜNDER 1896 D-76275 ETTLINGEN. Disponível em: <http://www.karl-schermer.de>. Acesso em: 20 nov. 2004.
- [32] KAUFFMAN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M.; EIKELNBOOM, G. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**, Barking, v. 34, p. 283-300, 1993.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] LAMBOOIJ, B.; MERKUS, G.S.M; VOORST, N.V.; PIETERSE, C. Effect of low voltage with a high frequency electrical stunning on unconsciousness in slaughter pigs. **Fleischwirtschaft**, v. 76, p. 1.327-1.328, 1996.
- [36] MacDOUGALL, D.B. Color of meat. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. **Advances in Meat Research**, New York, v. 9, p. 80-116, 1996.

- [37] MARIBO, H.; OLSEN, E.V.; BARTON GADE, P.; MOLLER, A.J.M.; KARLsoon, A. Effect of early post-mortem cooling on temperature, pH fall and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 50, n. 1, p. 115-129, 1998.
- [38] MARGIT, D.A.; BARTON GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, v. 57, p. 87-92, 2002.
- [39] OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; TIBAU, J.; DIESTRE. The measurement of light scattering and electrical conductivity for the prediction of PSE pig meat at various times *post-mortem*. **Meat Science**, Barking, v. 29, n. 2, p. 141-151, 1991.
- [40] RASMUSSEN, A.; ANDERSSON, M. New methods for determination of drip loss in pork muscles. **Proceedings of the 42nd ICoMST**, Lillehammer, Norway, p. 286-287, 1996.
- [41] RESS, P.M.; TROUT, G.R.; WARNER, R.D. The influence of rate of ageing for pork I: Interaction with method of suspension. **Meat Science**, v. 65, p. 791-804, 2003.
- [42] ROSENVOLD, K; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality – a review. **Meat Science**, v. 64, p. 219-237, 2003.
- [43] 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.
- [44] STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright Stasoft, Inc. 1984-1995.
- [45] 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, 1996.
- [46] TROEGER, K.; WOTERSDORF, W. Electrical stunning and meat quality in the pig. **Fleischwirtschaft**, v. 70, n. 8, p. 901-904, 1990.
- [47] 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.
- [48] van LAACK, R.L.J.; KAUFFMANN, R.G.; SYBESMA, W.; SMULDERS, F.J.M. Is color brightness (L-Value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? **Meat Science**, Barking, v. 38, n. 2, p. 193-201, 1994.
- [49] van der WAL, P.G.; de Vries, A.G.; EIKELENBOOM, G. Predictive value of slaughterhouse measurements of ultimate pork quality in seven halothane negative Yorkshire populations. **Meat Science**, Barking, v. 40, n. 2, p. 183-191, 1995.
- [50] 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.
- [51] von WENZLAWOWICZ; SCHÜTTE, A.; von HOLLEBEN; von ALTROCK, A.; BOSTELMANN, N.; ROEB, S. Field-study on welfare and meat quality aspects of the Midas-pig-stunning device with Inarco system. Part I: Current characteristics and stunning effectiveness. **Fleischwirtschaft International**, v. 2, p. 8-13, 1999.
- [52] WARRIS, P.D. The relationship between pH 45min and drip in pig muscle. **Journal of Food Technology**, London, v. 17, p. 573-578, 1982.