



UNICAMP
Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Tecnologia de Alimentos

**EFEITO DA GENÉTICA E DOS SISTEMAS DE
INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO E GASOSO (CO₂)
NO BEM-ESTAR E QUALIDADE DE CARNE DE
HÍBRIDOS SUÍNOS.**

Autor: William Bertoloni

Orientador: Dr. Nelson José Beraquet

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas pelo Zootecnista William Bertoloni, para obtenção do Título de Doutor em Tecnologia de Alimentos.

Pesquisa realizada com apoio financeiro da FAPESP

Campinas / SP
2005

BANCA EXAMINADORA

Dr. Nelson José Beraquet

Instituto de Tecnologia de Alimentos / ITAL - Campinas

(Presidente)

Dr. Bento da Costa Carvalho Jr.

Faculdade de Eng. De Alimentos / UNICAMP - Campinas

(Membro)

Dr. Roberto de Oliveira Roça

Faculdade de Med. Vet. & Zootecnia / UNESP- Botucatu.

(Membro)

Dr. Dirlei Antonio Berto

Faculdade de Med. Vet. & Zootecnia / UNESP- Botucatu.

(Membro)

Dra. Carmen J. Contreras Castilho

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / ESALQ / USP -Piracicaba

(Membro)

Dr. Exedito Tadeu Facco Silveira

Instituto de Tecnologia de Alimentos / ITAL - Campinas

(Membro Suplente)

Dra. Marise Ap. Rodrigues Pollonio

Faculdade de Eng. De Alimentos / UNICAMP - Campinas

(Membro Suplente)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Tecnologia de Alimentos, por viabilizarem a realização deste curso de Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo auxílio à pesquisa e bolsa de doutorado outorgados para a execução desta tese.

Ao Dr. Nelson José Beraquet , Diretor do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL / Campinas , pela orientação.

Ao Dr. Expedito Tadeu F. Silveira pela viabilização do projeto de pesquisa junto à Fapesp, agroindústrias e frigoríficos.

À agroindústria Perdigão que cederam suas instalações de abate, bem como o apoio de seus profissionais que viabilizaram este projeto de pesquisa.

À Faculdade de Medicina da UNESP / Botucatu por ceder suas instalações e equipamentos para a realização das análises de creatina fosfoquinase e lactato, bem aos funcionários do laboratório de análises clínicas que me auxiliaram.

À Faculdade de Medicina Veterinária da UNESP / Botucatu por ceder suas instalações e equipamentos do laboratório de radiologia para a determinação das análises de cortisol, assim como a Dra. Luci M.R. Muniz pela orientação desta etapa do trabalho.

À todos os estagiários do Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos que participaram deste projeto, auxiliaram nas coletas de dados e execução das análises laboratoriais.

Finalmente gostaria de expressar minha gratidão aos meus familiares, e aos que me apoiaram e incentivaram durante a realização deste trabalho.

Muito Obrigado !

ÍNDICE GERAL

RESUMO GERAL	13
GENERAL SUMMARY	17
INTRODUÇÃO GERAL	21

CAPÍTULO 1:

BEM ESTAR DE SUÍNOS DURANTE O ABATE E SUAS INTERAÇÕES NA QUALIDADE DA CARNE (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA).

RESUMO	24
SUMMARY	24
1 INTRODUÇÃO	24
2 PERDAS ECONÔMICAS ASSOCIADAS AO BEM ESTAR DE SUÍNOS	26
3 INDICADORES DO BEM ESTAR DE SUÍNOS	27
4 FATORES GENÉTICOS	30
5 MANEJO PRÉ-ABATE	32
6 SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO	35
6.1 INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA	35
6.2 INSENSIBILIZAÇÃO GASOSA (CO ₂)	37
7 CONCLUSÕES	40
<u>Tabela 1.</u> Resumo das vantagens e desvantagens do sistema de insensibilização gasoso (CO ₂) e elétrico para suínos.	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES HÍBRIDOS SUÍNOS SUBMETIDOS AOS SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO E GASOSO (CO₂). PARTE 1 MENSURAÇÃO DOS INDICADORES SANGUÍNEOS DE ESTRESSE.

RESUMO	52
SUMMARY	54
1. INTRODUÇÃO	56
<u>Tabela 1.</u> Indicadores sanguíneos de estresse obtidos por outros autores	58
2. MATERIAS E MÉTODOS	58
2.1 Produtores	59
<u>Tabela 2.</u> Índices zootécnicos dos lotes estudados (híbridos A e B).	59
2.2 Perfil genético dos animais estudados	60
2.3 Transporte.	60
<u>Tabela 3.</u> Características de transporte dos animais abatidos.	61
<u>Tabela 4.</u> Características dos caminhões utilizados	61
2.4 Desembarque no frigorífico.	61
<u>Tabela 5.</u> Características das pocilgas de descanso.	62
2.5 Manejo pré-abate.	62
<u>Figura 1.</u> Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização.	62
2.6 Sistema de insensibilização gasoso (CO₂).	63
2.7 Sistema de insensibilização elétrico	63
2.8 Indicadores sanguíneos de estresse.	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	64

Tabela 6.

Peso em kg e porcentagem de carne magra das carcaças avaliadas durante a primeira fase experimental. 65

Tabela 7.

Peso em kg e porcentagem de carne magra das carcaças estudadas durante a segunda fase experimental. 65

Tabela 8.

Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos A coletados na granja 24 horas antes do abate. 66

Tabela 9.

Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos B coletados na granja 24 horas antes do abate. 66

Tabela 10.

Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos C coletados na granja 24 horas antes do abate. 67

Tabela 11.

Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol de suínos insensibilizados com o sistema manual elétrico. 68

Tabela 12.

Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol de suínos insensibilizados com o sistema automático gasoso (CO₂). 68

Tabela 13.

Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos A submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico. 71

Tabela 14.

Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos B submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico 71

Tabela 15.

Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos C submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico. 72

4.CONCLUSÕES. 72

Figura 2.

Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese. 74

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75

CAPÍTULO 3:

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES HÍBRIDOS SUÍNOS SUBMETIDOS AOS SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO E GASOSO (CO₂). PARTE 2 MENSURAÇÕES OBJETIVAS DE QUALIDADE.

RESUMO. 82

SUMMARY. 84

1.INTRODUÇÃO. 86

2.MATERIAS E MÉTODOS. 90

2.1 Coleta de dados no abatedouro. 90

2.2 Perfil genético dos animais estudados. 90

2.3 Transporte 91

Tabela 1.

Características de transporte dos animais abatidos. 92

Tabela 2.

Características dos caminhões do sistema de integração do frigorífico. 92

2.4 Desembarque no frigorífico 92

Tabela 3.

Características das pocilgas de descanso 93

2.5 Manejo pré-abate. 93

Figura 1.

Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização. 93

2.6 Sistema de insensibilização gasoso (CO₂).	94
2.7 Sistema de insensibilização elétrico.	94
2.8 Mensurações de pH.	94
2.9 Mensurações de cor (L, a*, b*).	95
2.10 Mensurações de perda por exsudação.	95
2.11 Mensurações da capacidade de retenção de água (CRA).	95
2.12 Mensurações de reflectância luminosa interna.	95
2.13 Determinação da “umidade exprimível”.	96
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	97
3.1 Características quantitativas do lote estudado	97
<u>Tabela 4.</u> Peso (kg) das carcaças provenientes da primeira fase experimental.	97
<u>Tabela 5.</u> Porcentagem de carne magra das carcaças provenientes da primeira fase experimental.	98
<u>Tabela 6.</u> Peso (kg) das carcaças provenientes da segunda fase experimental.	98
<u>Tabela 7.</u> Porcentagem de carne magra das carcaças provenientes da segunda fase experimental.	98
3.2 Valores de pH	99
3.3 Valores de cor.	101
3.4 Valores de perdas por exsudação.	103
3.5 Valores de capacidade de retenção de água (CRA)	104
3.6 Valores da reflectância muscular interna .	105
3.7 Valores de “umidade exprimível”	106

Tabela 8.

Média, desvio padrão e numero das mensurações de qualidade de suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização. 107

Tabela 9.

Média, desvio padrão e numero das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos (A) submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização. 107

Tabela 10.

Média, desvio padrão e numero das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos (B) submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização. 108

Tabela 11.

Média, desvios padrão e numero das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos (C) submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização. 108

Tabela 12.

Média, desvio padrão e numero das mensurações qualitativas de suínos submetidos ao o sistema elétrico manual de insensibilização. 109

Tabela 13.

Médias, desvios padrão e numero das mensurações qualitativas de suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) automático coletivo de insensibilização. 110

4. CONCLUSÕES. 111**Figura 2.**

Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese. 112

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 113**CAPÍTULO 4:****AVALIAÇÃO DE DIFERENTES HÍBRIDOS SUÍNOS SUBMETIDOS AOS SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO E GASOSO (CO₂). PARTE 3 MENSURAÇÕES VISUAIS DE QUALIDADE.**

RESUMO. 121

SUMMARY. 123

1. INTRODUÇÃO.	125
2. MATERIAIS E MÉTODOS.	127
2.1 Coleta de dados no abatedouro.	127
2.2 Perfil genético dos animais estudados	128
2.3 Transporte	128
<u>Tabela 1.</u>	
Características de transporte dos animais abatidos	129
<u>Tabela 2.</u>	
Características dos caminhões do sistema de integração do frigorífico.	129
2.4 Desembarque no frigorífico	129
<u>Tabela 3.</u>	
Características das pocilgas de descanso	130
2.5 Manejo pré-abate	130
<u>Figura 1.</u>	
Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização.	130
2.6 sistema de insensibilização gasoso (CO₂).	131
2.7 Sistema de insensibilização elétrico	131
2.8 Índices de salpicamento da musculatura.	131
<u>Figura 2.</u> Índices de salpicamento da musculatura	132
2.9 Índices de escoriações da pele.	132
2.10 Índices de reflexo palpebral.	133
2.11 Índices de hematomas e fraturas ósseas.	133
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	133
3.1 Salpicamento Muscular.	133
<u>Tabela 4.</u>	
Mensurações (médias) da intensidade de salpicamento (x) de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO ₂) .	134

Tabela 5.

Mensurações (médias) da extensão de salpicamento (y) de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO₂). 135

Tabela 6.

Mensurações da intensidade salpicamento (x) de suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) submetidas ao sistema de insensibilização elétrico manual. 136

Tabela 7.

Mensurações da intensidade salpicamento (x) de suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) submetidas ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo. 136

Tabela 8.

Mensurações da extensão do salpicamento (Y) de suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) submetidas ao sistema de insensibilização elétrico manual. 137

Tabela 9.

Mensurações da extensão do salpicamento (Y) de suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) submetidas ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo. 137

3.2 Índices de hematomas e fraturas ósseas.

137

Tabela 10.

Índices de contusões musculares traumáticas e fraturas ósseas de animais insensibilizados com os sistemas elétrico e gasoso (CO₂). 138

3.3 Índices de escoriações da pele

139

Tabela 11.

Mensurações da intensidade das escoriações da pele de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO₂) coletivo. 139

Tabela 12.

Mensurações da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual. 140

Tabela 13.

Mensurações da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo. 140

3.4 Índices de reflexo palpebral.	142
<u>Tabela 14.</u> Presença de reflexo palpebral nos híbridos A, B e C após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO ₂) em 426 animais.	142
<u>Tabela 15.</u> Presença de reflexo palpebral após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO ₂) em 426 animais.	142
4. CONCLUSÕES	143
<u>Figura 2.</u> Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese..	145
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
CONCLUSÃO GERAL	152
<u>ANEXOS</u>	
Kit para determinação de Lactato.	154
Kit para determinação de Cortisol.	155
Kit para determinação de creatina fosfoquinase.	165
<u>Figura 1.</u> Chegada dos animais no frigorífico.	166
<u>Figura 2.</u> Baías de espera.	166
<u>Figura 3.</u> Entrada na gôndola de insensibilização.	166
<u>Figura 4.</u> Entrada na fila indiana paralela.	166
<u>Figura 5.</u> Esquema do sistema de insensibilização gasoso (CO ₂) utilizado.	167

<u>Figura 6.</u> Animal sendo retirado da gôndola de insensibilização no final do ciclo.	167
<u>Figura 7.</u> Suspensão para a trilhagem de sangria.	167
<u>Figura 8.</u> Insensibilização elétrica manual.	168
<u>Figura 9.</u> Amostragem do sangue.	168
<u>Figura 10.</u> Transferência da amostra para tubo de centrifuga heparinizado.	168
<u>Figura 11.</u> Início da Centrifugação.	168
<u>Figura 12.</u> Final da Centrifugação.	168
<u>Figura 13.</u> Coleta do plasma.	169
<u>Figura 14.</u> Armazenamento em N ₂ .	169
<u>Figura 15.</u> Mensuração do pH 24h <i>pm</i> no músculo <i>semimembranosus</i> .	169
<u>Figura 16.</u> Mensurações do pH 24h <i>post-mortem</i> .	169
<u>Figura 17.</u> Mensuração do pH 24h <i>pm</i> no músculo <i>semispinalis captis</i> .	169
<u>Figura 18.</u> Mensuração objetiva da cor.	170
<u>Figura 19.</u> Resultados de cor no sistema L , a*,b*.	170
<u>Figura 20.</u> Corte da amostra do <i>longissimus dorsi</i> .	170

<u>Figura 21.</u>	
Pesagem da amostra para determinação da perda por exsudação.	170
<u>Figura 22.</u>	
Pesagem em balança analítica	170
<u>Figura 23.</u>	
Prensagem da capacidade de retenção de água (CRA).	170
<u>Figura 24.</u>	
Exsudação de líquido.	171
<u>Figura 25.</u>	
Leitura da capacidade de retenção de água das amostras.	171
<u>Figura 26.</u>	
Identificação dos animais.	171
<u>Figura 27.</u>	
Mensuração da reflectância luminosa interna no lombo 1 ^o h <i>post-mortem</i> .	171
<u>Figura 28.</u>	
Mensuração da reflectância luminosa interna no lombo 24 ^o h <i>post-mortem</i> .	171
<u>Figura 29.</u>	
Carcaça em cortes principais.	172
<u>Figura 30.</u>	
Esposteamento da paleta.	172
<u>Figura 31.</u>	
Esposteamento do lombo.	172
<u>Figura 32.</u>	
Avaliação do nível de salpicamento no Coxão-Mole, Alcatra e Patinho.	172
<u>Figura 33.</u>	
Ausência de salpicamento.	172
<u>Figura 34.</u>	
Ligeiro salpicamento.	172
<u>Figura 35.</u>	
Mensuração do nível de escoriações da pele.	173

Figura 36.

Avaliação do reflexo palpebral.

173

Figura 37.

Mensuração dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK) e lactato no equipamento RA- XT Technicon Bayer.

173

Fluxograma 1.

Seqüência de abates realizados no primeiro bloco experimental.

174

Fluxograma 2.

Seqüência de abates realizados no segundo bloco experimental.

174

RESUMO GERAL

Diversas pesquisas tem sido realizadas pela comunidade científica com o objetivo de avaliar o bem-estar de suínos durante o abate, entretanto, a maioria destes estudos não representam as condições de abate e constituição genética dos híbridos suínos produzidos e comercializados no Brasil.

O presente estudo teve como objetivo principal, avaliar a influência da constituição genética de três híbridos suínos (A, B e C) e dois sistemas de insensibilização (elétrico e gasoso) na qualidade da carne e bem-estar animal em condições de abate brasileiras.

Um total de 956 suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) amplamente comercializadas no Brasil com peso vivo de 100 a 120 kg foi aleatoriamente submetido ao sistema de insensibilização elétrico manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ e 1,4 –1,5A) e ao sistema gasoso, modelo COMBI (90 % de CO₂), coletivo do tipo compacto comercializado e produzido pela empresa dinamarquesa BUTINA no mesmo abatedouro.

Mensurações de pH, cor (L, a*, b*), reflectância luminosa interna (HGP), perda por gotejamento (Drip Loss), capacidade de retenção de água (CRA), “umidade exprimível” (Expressible Moisture), salpicamento muscular, escoriações da pele, contusões musculares, fraturas ósseas, reflexos palpebral, níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato, cortisol e presença de gene halotano foram realizadas em uma amostra dos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização estudados.

Comparando-se os sistemas de insensibilização, o elétrico demonstrou ser mais estressante, pois os submetidos a esse tratamento apresentaram níveis médios superiores de cortisol (12,23 e 18,55 mcg/dl , $p \leq 0,001$) e lactato (142,59 e 158,26 mg/dl , $p \leq 0,0001$) para os híbridos A e C em comparação ao sistema gasoso (9,22 e 12,57 mcg/dl) e (118,09 e 109,68 mg/dl) respectivamente, entretanto

maiores níveis de CPK ($p \leq 0,05$) foram obtidos nos híbridos C, quando submetidos ao sistema gasoso (CO_2).

Variações dos indicadores sanguíneos de estresse entre os híbridos estudados também foram encontradas. Utilizando-se o sistema elétrico valores médios superiores de cortisol (18,55 mcg/dl, $p \leq 0,0001$) foram encontrados nos híbridos C quando comparados aos híbridos A (12,23 mcg/dl) e B (10,59 mcg/dl), entretanto, quando o sistema gasoso foi utilizado menores índices de cortisol e CPK foram observados nos híbridos A (9,22 mcg/dl e 1571,29 U/L, $p \leq 0,001$) comparativamente aos híbridos B (12,11 mcg/dl e 2641,69 U/L) e C (12,57 e 2789,60 U/L).

A presença do genótipo (Nn) foi observada somente nos híbridos B onde níveis elevados de cortisol, lactato e CPK também foram encontrados quando estes animais foram submetidos ao sistema gasoso de insensibilização, entretanto, nas mesmas condições os híbridos C apresentaram elevados níveis de cortisol e CPK similares aos encontrados nos híbridos B, porém não se detectou a presença do genótipo (Nn) nestes animais.

Diferenças significativas nos valores médios de luminosidade (L) ($p \leq 0,05$), valores (b^*) ($p \leq 0,0001$), pH 24h *pm* no pernil (*sm*) ($p \leq 0,05$), pH 24 *pm* na sobrepaleta (*sc*) ($p \leq 0,001$), reflectância interna 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância interna 24h *pm* ($p \leq 0,05$) foram encontradas quando os sistemas de insensibilização gasoso e elétrico foram comparados.

O sistema de insensibilização gasoso (CO_2), apresentou ligeira vantagem em relação aos valores de pH 24h *pm* do pernil (*sm*) ($5,76 \pm 0,18$) e sobrepaleta (*sc*) ($6,09 \pm 0,27$) quando comparado ao elétrico ($5,71 \pm 0,17$) e ($6,24 \pm 0,18$) respectivamente, entretanto, nenhuma diferença significativa nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível” foi observada quando os sistemas de insensibilização elétrico e gasoso foram comparados.

A constituição genética dos híbridos avaliados influenciou os valores médios de luminosidade superficial (L) ($p \leq 0,0001$), valores (b^*) ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* do pernil (*sm*) ($p \leq 0,0001$), reflectância interna 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância interna 24h *pm* ($p \leq 0,0001$) quando o sistema gasoso foi utilizado para todos os híbridos estudados.

Em relação ao sistema de insensibilização elétrico a constituição genética dos híbridos influenciou significativamente os valores de pH do pernil (*sm*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), pH da sobrepaleta (*sc*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), reflectância luminosa interna 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância 24h *pm* ($p \leq 0,0001$).

As diferenças nos valores de cor (L, a^* , b^*), pH 24h no pernil (*sm*) e sobrepaleta (*sc*), assim como os valores de reflectância luminosa interna obtidas entre os híbridos A, B e C, quando submetidos aos sistemas de insensibilização estudados não foram suficientes para influenciar significativamente os valores de perda por exsudação, capacidade de retenção de água e “umidade exprimível” entre os mesmos.

Suíños submetidos ao sistema gasoso (híbridos A e B) apresentaram elevados valores médios (b^*) (7,16 e 7,42, $p \leq 0,0001$) quando comparados aos híbridos insensibilizados com o sistema manual elétrico (5,52 e 5,61), respectivamente.

Comparando-se os sistemas elétrico e gasoso de insensibilização independentemente da genética suína estudada, o sistema manual elétrico apresentou índices médios de salpicamento significativamente superiores nas regiões do coxão mole (0,477 e 0,26, $p \leq 0,008$), paleta / cranial (0,154 e 0,039, $p \leq 0,003$), paleta / central (0,261 e 0,052, $p \leq 0,0002$), paleta / caudal (0,180 e 0,030, $p \leq 0,002$), 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, $p \leq 0,04$).

Considerando-se a extensão da musculatura atingida pelo salpicamento, comportamento similar ao encontrado nos índices de intensidade foi observado, ou seja, o sistema manual elétrico apresentou salpicamento mais difuso nas regiões do coxão mole (0,461 e 0,279, $p \leq 0,03$), paleta / cranial (0,154 e 0,039, $p \leq$

0,003), paleta / central (0,231 e 0,039, $p \leq 0,00002$) e paleta / caudal (0,185 e 0,026, $p \leq 0,0008$) quando comparado ao sistema gasoso coletivo.

Pequena influência da genética suína foi observada tanto na intensidade como na área da musculatura atingida pelo salpicamento, quando o mesmo sistema de insensibilização foi utilizado.

Maiores índices de escoriações da pele nas regiões da paleta (1,098 e 0,795, $p \leq 0,0000001$), corpo (1,04 e 0,948, $p \leq 0,04$) e pernil (0,84 e 0,68, $p \leq 0,001$) foram obtidos quando o sistema de insensibilização manual elétrico foi utilizado em comparação ao sistema coletivo gasoso.

Nenhuma diferença significativa foi obtida quando se considerou a genética como efeito principal para os índices de escoriações da pele dos híbridos A, B e C insensibilizados como o mesmo sistema.

Suínos insensibilizados com o sistema manual elétrico apresentaram maiores índices de reflexo palpebral (11,57%) que os submetidos ao sistema gasoso coletivo (2,86%) de um total de 426 animais avaliados, demonstrando que o sistema manual elétrico foi menos eficaz e proporcionou um nível de narcose inferior ao sistema gasoso durante a sangria.

Pequenos índices de fraturas ósseas ($< 1\%$) e contusões musculares ($< 2,5\%$) foram obtidos quando se utilizou ambos os sistemas de insensibilização para todas as genéticas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: CO₂, INSENSIBILIZAÇÃO, ELÉTRICO, BEM-ESTAR, ESTRESSE, QUALIDADE, SUÍNOS.

GENERAL SUMMARY

Several researchers have been accomplished by the scientific community with the goal of evaluating the swine welfare during the stunning, however, most of these studies doesn't represent the stunning conditions and genetic background of pigs produced and marketed in Brazil.

The present study had as main goal, evaluate the influence of genetic background of three swine hybrids (A, B and C) and two stunning systems (Electric and Gaseous) in the meat quality and welfare animal under the Brazilian slaughterhouse conditions .

A total of 956 pigs of three genetics (A, B and C) thoroughly marketed in Brazil with live weight from 100 to 120 kg was randomly submitted to the manual electric stunning system marketed and produced by the company Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ and 1,4 .1,5A) and to the gaseous collective system, model COMBI (90% of CO₂), compact type marketed and produced by the company Danish BUTINA in the same slaughterhouse.

Mensurations of pH, color (L, a*, b*), light scattering (HGP), drip loss, water holding capacity, expressible moisture, blood splashed, skin damage, muscular bruises, bones fracture, eyelid reflex, color and intramuscular fat, plasmatic levels of creatine phosphokinase (CPK), lactate, cortisol and presence of gene halothane were accomplished in a sample of the swine submitted to the stunning systems studied.

Comparing the stunning systems applied, the electric system demonstrated to be more stressful, therefore the pigs submitted to that treatment presented superior medium levels of cortisol (12,23 and 18,55 mcg/dl, $p \leq 0,001$) and lactate (142,59 and 158,26 mg/dl, $p \leq 0,0001$) for the hybrids A and C in relation to the gaseous system (9,22 and 12,57 mcg/dl) and (118,09 and 109, 68 mg/dl) respectively, although larger CPK levels ($p \leq 0,05$) were obtained when the hybrids C was submitted to the gaseous system.

Variations of the blood indicators of stress among the hybrids studied were found. When the electric system was used superior medium levels of cortisol (18,55 mcg/dl, $p \leq 0,0001$) were found in the hybrids C when compared to the hybrids A (12,23 mcg/dl) and B (10,59 mcg/dl), by the other hand, when the gaseous system was used the smallest levels of cortisol and CPK were observed in the hybrids A (9,22 mcg/dl and 1571,29 U/L, $p \leq 0,001$) comparatively the genetics B (12,11 mcg/dl and 2641,69 U/L) and C (12,57 mcg/dl and 2789,6 U/L) .

The presence of the genotype (Nn) was only observed in the hybrids B where high levels of cortisol, lactate and CPK were also found, when stunned with the gaseous system, however, in the same conditions the hybrids C showed similar levels of cortisol and CPK but absence of the (Nn) genotype.

Significant differences in the average brightness values ($p \leq 0,05$), (b^*) ($p \leq 0,0001$), pH 24h *pm* in the ham (*sm*) ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* in the shoulder (*sc*) ($p \leq 0,001$), light scattering 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,05$) were found when the gaseous and electric systems of stunning were compared.

The gaseous stunning system in comparison to the electric showed results slightly superior, presenting better values of pH 24 in the ham (*sm*) ($5,76 \pm 0,18$) and ($5,71 \pm 0,17$) and in the shoulder (*sc*) ($6,09 \pm 0,27$) and ($6,24 \pm 0,18$), however any significant difference in the values of water holding capacity, drip loss and expressible moisture was observed when both systems were compared.

The genetic constitution of the hybrids influenced the medium values of brightness (L) ($p \leq 0,0001$), (b^*) ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* of the ham ($p \leq 0,0001$), light scattering 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,0001$) when the gaseous system was used for all the animals studied.

In relation to the electric system of stunning, the genetic constitution influenced the pH values of the ham (*sm*) 24h *pm* significantly ($p \leq 0,05$), pH of the shoulder (*sc*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), light scattering 1h *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,0001$).

The significant differences in pH₂₄ *pm* values of the ham (*sm*) and shoulder (*sc*), light scattering and color (L, *a**, *b**) among the hybrids submitted to the electric and gaseous systems obtained were not enough to influence the values of water holding capacity, drip loss and expressible moisture.

Hybrids stunned with the gaseous system (A and B) showed high levels of (*b**) values (7,16 and 7,42, $p \leq 0,0001$) when compared with other animals of the same genetic stunned with the electric system (5,52 and 5,61), respectively.

Comparing the electric and gaseous systems of stunning independently of the breeds studied, the manual electric system presented blood splashed levels significantly superiors in the areas of the inside round (0,477 and 0,26, $p \leq 0,008$), shoulder / cranial (0,154 and 0,039, $p \leq 0,003$), shoulder / central (0,261 and 0,052, $p \leq 0,0002$), palette / caudal (0,180 and 0,030, $p \leq 0,002$), loin / central (0,185 and 0,065, $p < 0,01$), loin / caudal (0,06 and 0,207, $p \leq 0,01$) and loin / lateral external (0,061 and 0,013, $p \leq 0,04$).

Considering the extension of the musculature damaged by the blood splashed the manual electric system also presented more diffuse blood splashed in the areas of inside round (0,461 and 0,279, $p \leq 0,03$), shoulder / cranial (0,154 and 0,039, $p \leq 0,003$), shoulder / central (0,231 and 0,039, $p \leq 0,00002$) and shoulder / caudal (0,185 and 0,026, $p \leq 0,0008$) when compared to the collective gaseous system.

Small effect of genetic background was observed in the intensity (*x*) and extension of muscle damaged (*y*) by the blood splashed when the hybrids were stunned with the same system.

Larger skin damage levels in the areas of the shoulder (1,098 and 0,795, $p \leq 0,0000001$), body (1,04 and 0,948, $p \leq 0,04$) and ham (0,84 and 0,68, $p \leq 0,001$) were obtained when the electric manual system was used in comparison on the gaseous collective system.

No significant difference was obtained when was considered the genetics as main effect for the skin damage levels of the hybrids A, B and C stunned with the same system.

Pigs stunned with the manual electric system presented larger eyelid reflex levels (11,57%) in comparison the pigs submitted to the collective gaseous system (2,86%), from a total of 426 animal appraised, demonstrating that the manual electric system was less effective and provided a small narcosis level than the gaseous system during the bleeding.

Small levels of bone fractures (<1%) and muscular bruises (< 2,5%) were obtained when both stunning systems were utilized for all the studied hybrids.

KEYWORDS: CO₂, STUNNING, ELECTRIC, SWINE WELFARE, STRESS, MEAT QUALITY, SWINE.

INTRODUÇÃO GERAL.

A definição de técnicas adequadas de manejo pré-abate e insensibilização de suínos têm sido enfatizadas nos últimos anos por dois motivos. Primeiramente, devido ao aumento da competitividade no mercado, que valoriza a qualidade do produto final, e a diminuição das perdas econômicas ocasionadas pelo manejo inadequado que estão cada vez mais preocupando a indústria da carne; Em segundo lugar a preocupação com aspectos éticos da produção da carne vem crescendo rapidamente em muitos países.

Aspectos relativos ao bem-estar de suínos são assuntos de grande interesse entre os residentes dos países da União Européia; assim os cientistas estão concentrando seus esforços nas propriedades da carne nas quais os efeitos do manejo melhorado e do bem-estar são documentados.

Dentre os pontos críticos relativos ao bem-estar de suínos durante o abate a técnica de insensibilização e o manejo pré-abate são os mais importantes em relação aos aspectos qualitativos da carcaça. Sistemas elétrico e gasoso (CO₂) de insensibilização têm sido pesquisados na tentativa de avaliar suas interações com o manejo pré-abate, qualidade de carne, constituição genética e bem-estar de suínos.

Existe no mercado vários tipos de insensibilizadores elétricos: manuais, automáticos, trabalhando com diferentes amperagens, freqüências e tipos de corrente, assim como, diversos modelos de insensibilizadores gasosos (CO₂) para suínos.

O sistema coletivo gasoso (CO₂) de insensibilização tem sido muito difundido em vários países europeus em substituição ao tradicional sistema elétrico.

O sistema gasoso proporciona a insensibilização por alterações do equilíbrio ácido-base no metabolismo animal, diferentemente do sistema elétrico onde a perda de sensibilidade é proporcionada por uma inversão de polaridade do tecido nervoso, o que estabelece uma serie de vantagens e desvantagens quando os sistemas são comparados.

A utilização da insensibilização gasosa (CO₂) possibilitou a insensibilização em grupos, entretanto, o aspecto humanitário proporcionado por este sistema ainda é um assunto muito controverso entre os membros da comunidade científica internacional e aspectos relativos ao bem-estar animal proporcionado por esta técnica são muito questionados.

O nível de estresse e qualidade de carne de suínos insensibilizados com os sistemas elétrico ou gasoso (CO₂) variam em função da constituição genética e manejo pré-abate utilizados.

Entretanto avaliar o nível de estresse de diferentes híbridos suínos submetidos a diferentes sistemas de insensibilização é uma tarefa bastante difícil e árdua pois a maioria dos indicadores de estresse animal pode sofrer algum tipo de influência do sexo, nutrição, condições ambientais, transporte, manejo pré-abate, sistema de coleta do frigorífico e alguns não são indicados para condições industriais possuindo um uso exclusivamente laboratorial.

Embora passíveis de influências ambientais e genéticas, indicadores sanguíneos de estresse tais como: creatina fosfoquinase, cortisol e lactato têm sido largamente utilizados pela comunidade científica internacional como indicadores de bem-estar animal, quando condições de processamento industrial desejam ser avaliadas. Indicadores qualitativos tais como: pH, temperatura, cor (L, a*, b*), reflectância luminosa interna, perdas por gotejamento, capacidade de retenção de água e “umidade exprimível” devem ser avaliados conjuntamente aos indicadores sanguíneos de estresse quando se busca o diagnóstico das anomalias PSE / DFD, pois o desenvolvimento destas anomalias vão variar em função da constituição genética do híbrido estudado.

As vantagens e desvantagens proporcionadas pelos métodos de insensibilização gasoso e elétrico em suínos e suas implicações nos aspectos relativos ao bem-estar animal e à qualidade da carne, necessitam de respostas que ainda não foram bem definidas pela comunidade científica internacional. O estresse proporcionado pela técnica de insensibilização geralmente varia em função da genética e do manejo pré-abate, portanto o bem-estar das principais linhagens de

suínos utilizadas no Brasil em relação às técnicas de insensibilização elétrica e gasosa necessita ser estudado.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar o efeito dos sistemas de insensibilização manual elétrico e gasoso coletivo (CO₂), no bem-estar e qualidade de carne e carcaça de três híbridos suínos (A, B e C) largamente comercializados no Brasil

CAPITULO 1. (Revisão Bibliográfica)

BEM ESTAR DE SUÍNOS DURANTE O ABATE E SUAS INTERAÇÕES NA QUALIDADE DA CARNE.

William Bertoloni¹; Expedito Tadeu Facco Silveira²

¹University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

²Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil. e-mail: tfacco@ital.org.br

Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 37, n. 2, p.119-126, 2003. - PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP

RESUMO

Este artigo revisa os progressos científicos relacionados ao bem-estar de suínos durante o abate e suas interações com a qualidade de carcaça e carne, enfocando principalmente: perdas econômicas, indicadores de estresse, influência de fatores genéticos, manejo pré-abate e sistemas de insensibilização.

PALAVRAS CHAVE: BEM ESTAR ANIMAL; STRESS; SUÍNO; INSENSIBILIZAÇÃO.

SUMMARY

This paper is a scientific review of the advances related to the swine welfare during slaughter and its interactions with carcass and meat quality, focusing mainly on economic losses, stress indicators, influence of genetic factors and pre-slaughter handling and stunning systems.

KEY WORDS: WELFARE, STRESS, SWINE, STUNNER

1.0 INTRODUÇÃO.

A necessidade em atender um mercado consumidor crescente de carne suína, obrigou os produtores a optarem por um sistema de confinamento intensivo, com o uso de gaiolas ou boxes, não se preocupando muito com as privações físicas e psicológicas, atrofias e degenerações que este sistema de produção resulta ao animal.

No sistema de confinamento intensivo, atualmente predominante no Brasil, o desempenho quantitativo dos animais é o principal aspecto de interesse, pois

viabiliza a exploração economicamente, reduz o espaço necessário em instalações, diminui a quantidade de mão-de-obra e perdas de energia, além de facilitar o controle dos animais (BRAUN, 2000).

O confinamento intensivo de matrizes em gaiolas de gestação e contenção, por exemplo, causa problemas físicos, sociais e psicológicos às mesmas. O excesso de lotação durante o crescimento e terminação dos animais; a restrição alimentar de matrizes, causando fome crônica; a falta de estímulo ambiental durante o crescimento de suínos causando o tédio e gerando problemas comportamentais, são outros exemplos de problemas associados aos sistemas intensivos de produção de suínos (STEVENSON, 1993, 2000).

Aspectos relacionados ao transporte, manejo pré-abate, sistemas de coleta e insensibilização associados ao bem-estar de suínos nos sistemas de produção intensivos e nos abatedouros, geralmente, também são negligenciados.

Entretanto, aspectos relativos ao bem-estar animal e abate humanitário estão ganhando cada vez mais espaço na mídia e, em consequência, o público está interessado na forma de criação e abate dos animais consumidos. Animais mantidos sob condições de estresse têm sido assunto de muita repercussão nos Estados Unidos e Inglaterra (GRANDIN & SMITH, 1999). A maioria dos consumidores de carne suína quando foram entrevistados na Grã-Bretanha estava um pouco ou muito preocupada com a possibilidade de que animais pudessem ser maltratados durante qualquer etapa do ciclo produtivo.

Nos países da Europa Ocidental o bem-estar animal, geralmente, é considerado desejável e a legislação europeia incorporou aspectos de qualidade ética associados a sistemas de garantia de qualidade (WARRIS & BROWN, 2000).

Por outro lado, a indústria da carne suína norte-americana perde US\$0,34 por animal devido à condição PSE (carne pálida, flácida e exsudativa na superfície) e US\$0,08 devido a contusões durante o transporte e abate (GRANDIN & SMITH, 1999).

Esquemas de qualidade assegurada (QA) associados ao bem-estar animal são freqüentes na Inglaterra, onde a Sociedade Protetora dos Animais formou uma

companhia chamada Alimentos Livres, cuja função é implementar normas básicas de bem-estar para fazendas, caminhões de transporte e abatedouros. Normas relativas ao bem-estar animal, muitas vezes, podem diferir em alguns aspectos quando se considera países diferentes.(WOOD, HOLDER e MAIN, 1998).

Estes sistemas foram projetados para dar aos consumidores a garantia de que certos padrões foram cumpridos na produção da carne que compram e minimizar eventuais preocupações sobre os sistemas de produção intensiva. Exemplos destes sistemas na Grã Bretanha são: “Farm Assured British Pig” e “Freedom Foods” (WARRIS & BROWN, 2000).

Confirmando esta tendência, a Universidade de Bristol desenvolveu um programa de treinamento para auditores de bem-estar animal, um requerimento imprescindível em vários programas de qualidade assegurada (QA) em muitos frigoríficos na Inglaterra (WOOD, HOLDER e MAIN, 1998).

O bem-estar animal também tem sido correlacionado aos aspectos de higiene associados, principalmente à exaustão metabólica e desidratação em suínos, o que geralmente proporciona muitos prejuízos à indústria da carne (GREGORY, 1994; GREGORY, 1996).

Por outro lado, existem poucos estudos no Brasil relacionados ao bem-estar de suínos e qualidade da carne (SILVEIRA, 1997). Pesquisas de opinião do consumidor brasileiro, associadas ao bem-estar de suínos, também são escassas (MACHADO, 2000).

2.0 PERDAS ECONÔMICAS ASSOCIADAS AO BEM-ESTAR DE SUÍNOS.

O bem-estar dos suínos deve ser considerado como um todo, desde a sua produção na granja até o abate no frigorífico, envolvendo os aspectos éticos, econômicos e ambientais.

Embora os aspectos éticos e ambientais relacionados ao bem-estar sejam de suma importância, do ponto de vista industrial, os aspectos econômicos são os que recebem o maior enfoque. Dentre estes pode-se citar:

- Nos EUA, Espanha e Grã-Bretanha de 1 a 4% dos suínos abatidos apresentam escoriações severas devido ao sistema de transporte, desembarque, descanso, sistema de coleta e insensibilização inadequados (WARRIS, 1996; GISPERT et al., 2000);
- Suínos que recebem manejo pré-abate inadequado no frigorífico apresentam perdas de até 1,4% do peso corpóreo em um período de 24h anterior ao abate (RAJ, 2000);
- O Canadá perde em torno de 1,5 milhões de kg de carne suína por ano devido ao transporte e manejo pré-abate inadequados (MURRAY, 2000);
- A mistura de diferentes grupos sociais de suínos na Grã-Bretanha proporciona a desqualificação de 5 a 7% de carcaças (RAJ, 2000);
- Nos USA, 2% das carcaças suínas apresentam hematomas devido ao transporte e manejo pré-abate inadequados (RAJ, 2000);
- Durante o transporte de suínos podem ocorrer perdas de 0,2% de peso vivo / hora e este valor pode chegar a 2% do peso vivo durante uma viagem de 6 horas em um clima quente (RAJ, 2000);
- O transporte representa de 0,1 a 1% da mortalidade dos suínos dentro dos países europeus (RAJ, 2000).

3.0 INDICADORES DO BEM-ESTAR DE SUÍNOS.

A mensuração objetiva dos efeitos estressantes e a condição de bem-estar em animais durante o abate, geralmente, não é tarefa muito fácil de ser realizada, visto que a maioria dos indicadores pode sofrer variações em função da raça, nutrição, sexo, idade, manejo e condições individuais. Desta maneira, a maioria dos indicadores objetivos de bem-estar não devem ser analisados isoladamente e sim dentro de um conjunto de mensurações (COOK, 1999).

Mensurações objetivas como a utilização de "índices de estresse" que analisam vários pontos críticos dentro de uma linha de abate (GRANDIN, 1997ab) podem ser úteis para determinar o nível de estresse em um abatedouro; porém, não fornecem dados individuais.

Recentes avanços nos conhecimentos da neurofisiologia têm ajudado a elucidar o mecanismo do estresse animal. Indicadores sanguíneos de estresse como: cortisol, creatina fosfoquinase, glicorticóides, catecolaminas, prolactina, beta-endorfina e lactato têm demonstrado grande utilidade em estudos objetivos do bem-estar animal. Outros indicadores como a frequência cardíaca e o nível de neurotransmissores também são freqüentemente utilizados em pesquisas laboratoriais (MANTECA, 1998; FAUCITANO et al. ,1998).

Alguns neurotransmissores como glutamato, aspartato e ácido gama butírico 4 amino, devido ao fato de estarem intimamente associados aos processos de analgesia e anestesia, podem fornecer informações úteis sobre o bem-estar animal durante a etapa de insensibilização; entretanto, também não devem ser analisados isoladamente (COOK, 1999).

De todos os indicadores citados anteriormente os mais freqüentemente utilizados são os níveis de cortisol, creatina fosfoquinase e lactato no soro sanguíneo.

O cortisol é um hormônio esteróide abundante na circulação sanguínea e o principal glicocorticóide secretado pelo córtex adrenal. Fisiologicamente, é efetivo em processos anti-inflamatórios e na manutenção da pressão sanguínea, participando também na gluconeogênese, absorção de cálcio, secreção de ácido gástrico e pepsina. É um indicador da função adrenocortical, sendo que as mensurações sanguíneas de cortisol, geralmente, são utilizadas como diagnóstico diferencial na medicina humana em doenças como: hipopituitarismo, hiperplasia adrenal, carcinomas, enfermidades de Addison's e Cushing's. Concentrações anômalas dos níveis sanguíneos de cortisol em humanos geralmente estão associadas a infecções agudas, síndrome do pânico, condições estressantes exacerbadas, diabetes e paradas cardíaca (MEDLAB – KIT TKCO1).

Os altos níveis de cortisol, geralmente, estão associados a condições de estresse psicológico (medo e apreensão). Por outro lado, condições de estresse físico (fadiga muscular) proporcionam o aumento das atividades de certas enzimas como, por exemplo, a creatina fosfoquinase, envolvida no processo metabólico de

obtenção de energia, como descrita sucintamente a seguir (WARRIS et al, 1998abc).



Onde:

ADP: di-fosfato de adenosina

ATP: tri-fosfato de adenosina

CK: Creatina Fosfoquinase

O lactato é, por outro lado, o produto final da glicólise anaeróbia e, conseqüentemente, é um indicador que também pode ser utilizado para avaliar o estresse físico durante a insensibilização de suínos. Níveis de lactato são fortemente correlacionados com a condição PSE (carne pálida, macia e exsudativa) em carcaças suínas (ESSÉN-GUSTAVSSON, KARLSTRÖM & LUNDSTÖM, 1992).

Níveis sanguíneos de catecolaminas, prolactina e beta-endorfinas podem sofrer muitas variações em função da nutrição animal, sexo e raça; por isso, devem ser analisados cuidadosamente, e nunca isoladamente (MANTECA, 1998; GRANDIN, 1997ab).

Variações em função do dia da amostragem também podem influenciar alguns indicadores sanguíneos, como creatina fosfoquinase e lactato desidrogenase; entretanto, níveis de cortisol são pouco influenciados (WEEDING, HUNTER & GUISE, 1993; WEEDING, GUISE & PENNY, 1993).

Níveis sanguíneos de cortisol, creatina fosfoquinase e lactato, fornecem importantes informações do nível de estresse físico e psicológico a que o animal foi submetido, entretanto, o desenvolvimento das condições PSE / DFD vão variar em função da susceptibilidade genética do animal (CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000).

Pequena associação foi encontrada entre indicadores sanguíneos de estresse e a condição PSE em estudo envolvendo 5500 suínos de cinco países europeus. Porém, grande associação foi relatada entre os mesmos indicadores e a condição DFD, demonstrando a importância da predisposição genética dos animais no

desenvolvimento de anomalias na carne, quando submetidos a condições estressantes (WARRIS et al., 1998b).

Diferentes velocidades de resposta ao estresse são encontradas entre os indicadores sanguíneos. O cortisol, por apresentar uma resposta mais lenta, quando coletado na sangria reflete as condições de manejo pré-abate a que o animal foi submetido. Já as concentrações de creatina fosfoquinase e lactato na sangria, refletem as condições do sistema de coleta e insensibilização (SHAW & TUME, 1992; WARRIS, BROWN & ADAMS, 1994).

Indicadores subjetivos de estresse, como escoriações da pele, salpicamento da musculatura, vocalizações e comportamento de monta ou fuga, embora passíveis de variações em função do mensurador, são bons indícios das condições a que o animal foi submetido. De modo geral, boas associações são encontradas entre indicadores objetivos e subjetivos de estresse em suínos (WARRIS, BROWN & ADAMS, 1994).

Estudos recentes demonstram a possibilidade de utilização das técnicas de eletroencefalografia e eletrocorticografia na mensuração das ondas cerebrais durante a insensibilização e abate de suínos. Porém, estas mensurações devem ser associadas a outros indicadores da condição de estresse (MANTECA, 1998; RAJ, 1999ab).

4.0 FATORES GENÉTICOS

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.

A presença dos genes halotano e rendimento Napole nos suínos intensificam ainda mais a influência desse importante componente de estresse que é o abate, e os instantes que o precedem (RÜBENSAN, 2000).

Fatores genéticos são muito importantes na determinação do comportamento de suínos durante o abate e manejo pré-abate. A insensibilização com CO₂ parece

ser humanitária para determinadas raças e extremamente estressante para outras (GRANDIN & SMITH, 1999).

Provavelmente, estas diferenças comportamentais estejam associadas a diferentes freqüências populacionais de genes associados ao estresse em suínos como: halotano e rendimento Napole.

Suínos portadores do gene halotano (Nn ou nn), quando submetidos a condições estressantes durante o manejo pré-abate e abate, apresentam modificações bioquímicas consideráveis como: elevação dos níveis sanguíneos de lactado, creatina fosfoquinase, amônia, diminuição das reservas de glicogênio e alteração das características de qualidade da carne, como: elevação da perda por exsudação e reflectância muscular interna (de SMET et al, 1998; STOIER & OLSEN, 1999; KLONT & LAMBOOY, 1995; ESSEN-GUSTAVSSON, KARLSTRÖM & LUNDSTROM, 1992).

Experimentos com híbridos Pietran X Landrace alemão indicam que animais halotano positivos apresentam uma reação mais vigorosa quando expostos ao CO₂ em relação aos halotano negativos. A reação iniciou-se cerca de 20 segundos após o contato com o gás, onde 70% dos suínos halotano positivo apresentaram forte reação motora e apenas 29% dos halotano negativos apresentaram o mesmo comportamento (TROEGER & WORTERSDORF, 1991).

São crescentes os problemas relacionados ao aumento do numero de suínos facilmente excitáveis durante o manejo pré-abate e abate nos USA. Estas linhagens genéticas geralmente são fruto de uma alta seleção genética para maior rendimento em carne e menor espessura de toucinho, como por exemplo, os híbridos oriundos da genética Hampshire na linhagem paterna com Yorkshire X Landrace na linhagem materna (GRANDIN, 1992).

Observações em vários abatedouros no USA, Canadá e Alemanha indicam que suínos facilmente excitáveis possuem comportamentos característicos tais como: alta reatividade ao toque, extremo instinto gregário e constante retorno na fila durante o manejo pré-abate (GRANDIN, 1992).

Observações em abatedouros comerciais indicam que híbridos Yorkshire possuem menor aversão ao CO₂ em relação aos híbridos Hampshire. A maioria dos suínos tipo Hampshire apresenta aversão violenta ao CO₂ em poucos segundos, dado importante em relação ao bem-estar de suínos, visto que grande parte dos híbridos comerciais possuem genes desta raça, principalmente nos USA (GRANDIN, 1992).

O gene de rendimento Napole associado às “carnes ácidas”, oriundas da raça Hampshire, provoca uma diminuição do rendimento tecnológico de produtos curados cozidos da ordem de 56% em comparação com carnes suínas normais. Além dessas características essa raça está associada ao alto potencial glicolítico, afetando a capacidade de retenção de água dos músculos ricos em fibras brancas e causando perda por exsudação de 4 a 6 % durante o resfriamento e cozimento (RÜBENSAN, 2000).

FORSLID (1991), citado por GRANDIN & SMITH (1999), provou que a insensibilização com CO₂ é um método extremamente humano para a raça Yorkshire, mas o mesmo tipo de pesquisa necessita ser realizado para outras raças, sendo especialmente importante estudar o comportamento da raça Hampshire, tanto halotano positivo (Nn e nn), como negativo (NN), quando atordoadas com CO₂.

GRANDIN (1992) argumenta que as linhagens genéticas de suínos facilmente excitáveis ao manejo podem ser as mesmas que demonstram aversão quando atordoadas com CO₂ e que um número maior de pesquisas deve ser realizado enfocando aspectos genéticos durante a insensibilização com CO₂.

5.0 MANEJO PRÉ-ABATE.

O bem-estar animal durante o manejo pré-abate é atribuído ao período que vai desde o último arraçoamento do suíno até o abate, englobando várias fontes de perdas econômicas como mortalidade no transporte e área de espera, perdas de peso, carne PSE / DFD, contaminações microbianas, escoriações, ferimentos e fraturas ósseas devido ao excesso de lotação e mistura de diferentes grupos sociais (MURRAY, 2000; FAUCITANO, 2000; CHEVILLON, 2000).

Algumas etapas do manejo pré-abate no frigorífico como tempo de espera ou descanso, densidade populacional, jejum, aspersão de água, manutenção da temperatura e umidade ambiental, sistema de coleta, contenção dos animais e nível de atividade física até o insensibilizador estão intimamente associadas à qualidade da insensibilização e devem ser analisadas em conjunto quando o bem-estar animal é considerado (PETERSEN et al., 1997; BROWN et al., 1998).

O benefício de dar aos suínos um tempo de descanso adequado entre o transporte e o abate pode ser perdido, se os animais forem submetidos ao manejo inadequado e condições estressantes na área de espera, corredores, baias com desenhos inadequados, irregularidades na textura e cor do piso, correntes de ar, iluminação deficiente e utilização de bastão elétrico em excesso (GRANDIN, 1997a; FAUCITANO, 2000).

Melhorias promovidas pelo sistema de insensibilização como baixas taxas de salpicamento e fraturas ósseas, também podem ser prejudicadas quando os animais são submetidos a um manejo pré-abate deficiente no frigorífico.

Um resumo geral das principais recomendações para o manejo pré-abate de suínos preconizadas pela comunidade científica, pode ser visualizado a seguir:

- A alimentação deve ser retirada 12 horas antes do abate, com um período mínimo de 6 horas entre o último arraçoamento e o embarque (GISPERT et al., 2000);
- A densidade recomendada durante o transporte deve ser de 0.40 a 0.45 m² / 100kg (WARRIS et al., 1998a);
- Os animais devem ser submetidos a um período de descanso de 2 a 4 horas em densidade de 0.55 a 0.67 m² / 100kg antes do abate (WARRIS et al., 1998a ; van der WAL, ENGEL & REIMERT, 1999; van der WAL, ENGEL & HULSEGG, 1997).
- Os corredores da área de espera no frigorífico devem ser largos (4 animais por linha), com cantos arredondados e bem iluminados (FAUCITANO, 2000);

- As baias de espera devem estar dispostas em linhas longas, ex: espinha de peixe (FAUCITANO, 2000);
- As porteiros e paredes das baias de espera devem ser de construção sólida (GRANDIN, 1997);
- O piso deve ser antiderrapante (GRADIN, 1997a);
- A utilização de porteiros internas transversais é recomendada, mantendo grupos de 10 a 15 animais sem mistura (BARTON-GADE, 1997);
- A temperatura e umidade relativa da área de descanso devem estar em torno de 15-18⁰C e 59–65% UR, na tentativa de limitar o estresse físico (WEEDING, GUISE & PENNY, 1993);
- Extremos de temperatura e umidade podem ser evitados com o controle da ventilação e aspersão de água (WEEDING et al, 1993; WEEDING, GUISE & PENNY, 1993) Como vantagens da nebulização de água na pocilga de espera cita-se:
 - Diminuição do esforço cardiovascular;
 - Comportamento menos agressivo;
 - Diminuição da contaminação microbiana;
 - Diminuição da impedância elétrica da pele, quando o sistema de insensibilização elétrico é utilizado;
- Manter o nível de ruído no frigorífico (máquinas, vocalizações de suínos e pessoas, e mangueiras de pressão) abaixo de 100 db (WARRIS, BROWN & ADAMS, 1994; FAUCITANO, 2000);
- O fluxo de animais da baia de espera até o equipamento de insensibilização deve ser rápido e contínuo (< 3 minutos) (FAUCITANO, 2000);
- Os corredores, correspondentes a fila indiana do sistema de coleta, devem ser adequados e possuir barras superiores, evitando a atividade de monta (van der WAL, ENGEEL & REIMERT, 1999; FAUCITANO, 2000);
- Evitar a utilização de corredores simples ou duplos no sistema de coleta para equipamentos de insensibilização gasosa. Neste caso o sistema

Dinamarquês, onde 15 animais são movimentados para o equipamento de insensibilização por meio de portões automáticos e sendo, progressivamente, reduzido a grupos menores é o mais adequado (BARTON-GADE, 1997).

6.0 SISTEMAS DE INSENSIBILIZAÇÃO.

6.1 INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICA.

A insensibilização elétrica tornou-se muito difundida no final da década de 1920, demonstrando ser um método atrativo por ser econômico, adequado para altas capacidades de abate e pela possibilidade de ser automatizado (RASCHKE, 1928).

A técnica de insensibilização consiste na passagem de uma corrente elétrica pelo encéfalo do animal, proporcionando um estado epilepiforme imediato de inconsciência e insensibilidade, sendo que a atividade epilepiforme está associada ao fluxo da corrente e não à voltagem (ANIL, McKINSTRY & WOTTON, 1997).

A epilepsia, consequência da anestesia, apresenta as seguintes fases:

- **Fase Tônica.** Ocorre nos primeiros 10 segundos após a insensibilização. É caracterizada por uma flexão momentânea dos membros, seguida de uma violenta extensão das pernas traseiras. Os olhos ficam fechados, o pescoço contraído e a respiração parada.
- **Fase Clônica.** Desenvolve-se entre 10 e 30 segundos a partir da insensibilização. O animal gradualmente relaxa e inicia movimentos com as pernas semelhantes o caminhar ou pedalar, os olhos ficam revolvidos e as pupilas oclusas.
- **Fase Quiescente.** Ocorre após 30 segundos da insensibilização. A respiração é reiniciada e o animal torna-se flácido.
- **Fase de Recuperação.** O animal entra nesta fase caso a sangria não seja realizada.

Existem no mercado vários tipos de insensibilizadores elétricos: manuais ou automáticos, trabalhando em diferentes amperagens, voltagens, freqüências, tipos de corrente elétrica (alternada ou contínua), formatos das ondas elétricas (senoidal ou quadrada), cada qual com suas vantagens e desvantagens em relação ao bem-estar animal e qualidade da carcaça (ANIL 1999; TROEGER & WOTERSDORF, 1991).

Pesquisas recentes demonstram que melhorias no *design* dos eletrodos podem proporcionar uma menor impedância entre o equipamento e a pele do animal e melhor insensibilização. Estas melhorias resultam em um aumento no nível de corrente elétrica fornecida ao animal, sem a necessidade do aumento de voltagem do equipamento (SPARREY & WOTTON, 1997), garantindo a passagem de uma amperagem mínima necessária (1,25 A) e melhorando a eficácia da insensibilização.

A aplicação do choque elétrico ainda é a técnica mais utilizada para proporcionar a insensibilização de suínos durante o abate. Este sistema, porém, necessita, na maioria das vezes, de alguns procedimentos de contenção e isolamento do animal durante o abate. Entretanto, pesquisas recentes demonstram que isolar um animal do seu grupo social pode ser extremamente estressante para o mesmo (CHRISTENSEN & BARTON-GADE, 1997). Outras dificuldades operacionais relacionadas ao bem-estar animal também podem ser associadas a este sistema de insensibilização tais como: posicionamento incorreto dos eletrodos, manutenção deficiente, limpeza precária dos eletrodos e operador inexperiente (ANIL, McKINSTRY & WOTTON, 1997).

Com o objetivo de evitar a recuperação da sensibilidade durante a sangria, equipamentos mais modernos possuem três eletrodos, dois são colocados na cabeça e o terceiro posicionado no peito do animal. Este sistema tem o objetivo de promover uma fibrilação cardíaca durante a insensibilização, promovida pelo terceiro eletrodo, causando a morte do animal. A posição do terceiro eletrodo ainda é um assunto em discussão, pois quando posicionado na região compreendida entre a quarta e sétima vértebra cervical geralmente proporciona

uma pequena incidência de fraturas ósseas, entretanto este posicionamento não proporciona 100% de fibrilação cardíaca.

Maiores índices de fibrilação cardíaca são obtidos quando o terceiro eletrodo é posicionado na região torácica porém a incidência de fraturas ósseas aumenta gradativamente quanto mais caudal for a posição do eletrodo (WOTTON et al., 1992).

Quanto aos aspectos qualitativos, a principal dificuldade encontrada com este sistema de insensibilização é a elevada taxa de salpicamento (pequenas hemorragias) devido à alteração da pressão sangüínea. Equipamentos que trabalham com altas freqüências e diferentes formatos de onda elétrica têm demonstrado eficácia na redução da taxa de salpicamento e melhoria em outras características qualitativas. Entretanto informações sobre o bem-estar animal proporcionado por estes equipamentos são escassas (ANIL & MCKINSTY, 1992). Uma visão geral das vantagens e desvantagens dos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) pode ser verificada na Tabela 1.

6.2 INSENSIBILIZAÇÃO GASOSA (CO₂).

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 (VELARDE et al., 1998).

A técnica de insensibilização com CO₂ foi originalmente desenvolvida pela empresa norte americana HORMEL, na década de 1950. Devido a dificuldades em conciliar a velocidade de insensibilização com a linha de abate, a utilização desta técnica na época não foi muito difundida. Entretanto, recentes avanços proporcionaram o desenvolvimento de insensibilizadores com CO₂ mais eficientes despertando o interesse dos abatedouros e pesquisadores na sua utilização (GRANDIN & SMITH, 1999).

A técnica de insensibilização com CO₂ não proporciona uma perda de consciência tão rápida quando comparada com o sistema elétrico, passando o animal, necessariamente, por três fases distintas (BARTON-GADE , 1999ab):

- **Fase de Analgesia**, onde o animal perde progressivamente a sensibilidade ao estresse, apresentando uma respiração mais rápida e profunda, com duração de 10 a 12 segundos.
- **Fase de Excitação**, onde existem muitas dúvidas se esta fase ocorre antes ou depois da perda de consciência e sensibilidade à dor; possui duração de 6 a 8 segundos.
- **Fase de Anestesia**, onde o animal se torna totalmente inconsciente e insensível à dor.

O principal aspecto, quando se analisa a conveniência de um método de insensibilização do ponto de vista de bem-estar animal, é que animais destinados ao abate devem permanecer insensíveis à dor até a perda completa de sensibilidade do cérebro, proporcionada pela sangria (VELARDE et al., 1998).

O período de insensibilização obtido com a utilização do CO₂ deve ser suficiente para proporcionar uma adequada sangria. O tempo em que os suínos permanecem insensíveis é dependente do período e concentração de CO₂ a que os animais foram submetidos, além de variações entre e dentro das genéticas.

Suínos mantidos em concentrações de 70 a 90% de CO₂ durante 162 segundos, apresentaram-se insensíveis por um período de até 90 segundos, tempo considerado adequado, visto que períodos de 60 a 70 segundos são suficientes para a maioria dos frigoríficos executar a sangria (HOLST, 1999).

Alguns critérios relacionados à eficácia da insensibilização com CO₂ devem ser observados na tentativa de garantir o bem-estar de suínos insensibilizados com este sistema (HOLST, 1997; HOLST, 1999), como:

- Ausência de respiração normal ou profunda, exceto diafragmática;
- Ausência de movimentos violentos, exceto “pedalar”;
- Ausência de reflexo palpebral;

- Reflexo pupilar máximo de 5%.

Embora a aversão dos animais ao CO₂ seja muito discutida por alguns autores (JONGMAN, BARNETT & HEMSWORTH, 1999; RAJ, 1999ab), aspectos genéticos e o contato prévio com altas concentrações de CO₂ podem influenciar o comportamento de suínos durante a insensibilização. Por outro lado quando comparado ao sistema elétrico, a técnica de insensibilização com CO₂ possui a grande vantagem de permitir a insensibilização em grupos, minimizando o estresse provocado pela contenção e isolamento do animal.

CHRISTENSEN & BARTON-GADE (1997); BARTON GADE & CHRISTENSEN (1999) demonstraram a possibilidade de associação do sistema de insensibilização com CO₂ a um sistema de portões automáticos para condução dos animais em pequenos grupos até o insensibilizador. Neste estudo os autores relataram que melhorias significativas foram obtidas em relação ao sistema de condução tradicional em "fila única".

Alguns autores relatam que a insensibilização com CO₂ não proporciona uma narcose instantânea, sendo necessário um período de 30 a 35 segundos para que o animal perca totalmente a sensibilidade à dor. Angústia respiratória também pode ocorrer nesta fase da insensibilização (RAJ & GREGORY, 1994).

Segundo BARTON-GADE (1999ab) a velocidade de exposição e concentração de CO₂ estão muito relacionados com o bem-estar. Suínos dinamarqueses, quando expostos rapidamente ao CO₂, apresentaram um comportamento mais calmo em relação aos animais expostos mais lentamente. A exposição de suínos a altas concentrações de CO₂, também proporciona uma analgesia mais rápida e eficiente. Esses resultados discordam dos obtidos por outros pesquisadores (GREGORY, MOSS & LEESON, 1987; RAJ & GREGORY, 1994).

Muitas técnicas, baseadas na mensuração das ondas cerebrais, têm sido testadas na tentativa de avaliar o nível de inconsciência de suínos insensibilizados com CO₂; entretanto, nenhuma delas demonstrou ser indicativa do nível de anestesia, independente do tipo de anestésico utilizado (LOTTE et al., 1999).

Mensurações das ondas cerebrais por eletroencefalografia de suínos durante a insensibilização com CO₂, demonstram que a fase de excitação do animal ocorre quando este já está totalmente insensível à dor. Porém, a técnica de eletroencefalografia (EEG), quando analisada isoladamente, é limitada para a determinação da eficácia do método de insensibilização em relação ao estado de inconsciência e sensibilidade à dor (RAJ, 1999a). Outras técnicas baseadas no comportamento das ondas cerebrais, como a avaliação do potencial médio de latência (MILAPED), têm sido utilizadas na tentativa de avaliar o nível de anestesia de suínos insensibilizados com CO₂; porém, também apresentam limitações (LOTTE et al., 1999).

7.0 CONCLUSÕES.

O bem-estar de suínos é influenciado por diversos fatores ambientais e genéticos que interagem entre si. Estes fatores estressantes (ambientais e genéticos), quando somados, são responsáveis pela determinação dos parâmetros físico-químicos de qualidade da carne suína.

O bem estar de suínos durante o abate e suas conseqüências em relação à qualidade da carne, pode variar muito em função da genética e manejo pré-abate utilizado. Desta forma torna-se necessário que pesquisas científicas sejam realizadas na tentativa de adequar o manejo pré-abate e equipamentos às genéticas suínas comercializadas no Brasil, visto que, tanto a freqüência populacional de genes associados ao estresse (Halotano e Rendimento Napole), como as condições ambientais de manejo pré-abate podem variar muito de um país para outro. Portanto, necessário se faz desenvolver técnicas e equipamentos que garantam o bem-estar e, conseqüentemente, a qualidade da carne dos híbridos suínos comercializados no Brasil, assim como trabalhar com genéticas livres dos genes associados ao estresse.

TABELA 1. Resumo das vantagens e desvantagens do sistema de insensibilização gasoso (CO₂) e elétrico para suínos.

SISTEMA À GÁS

VANTAGENS

- A utilização do CO₂ possibilita o atordoamento de animais em grupos, sem a necessidade de isolamento do seu grupo social (CHRISTENSEN & BARTON-GADE, 1997).
- Este sistema pode ser associado a um sistema de manejo automatizado dos animais, minimizando a intervenção humana (CHRISTENSEN & BARTON-GADE, 1997).
- Geralmente apresenta baixas taxas de salpicamento na carcaça (BARTON-GADE, 1999a, 1999b).
- Causa menores perdas por exsudação (drip loss) devido a uma queda menos acentuada dos valores de pH, quando comparado ao sistema elétrico no período de 24 horas *post mortem* (HENCKEL, 1998).

DESVANTAGENS

- A insensibilização de suínos com CO₂, pode ser extremamente estressante para determinadas linhagens e muito humana para outras. (GRANDIN, 1992; GRANDIN, 1997a, 1997b).
- Não está provado, perante a comunidade científica, se os animais possuem ou não sensibilidade à dor durante a fase de excitação (VELARDE et al., 1998; GREGORY, MOS & LEESON, 1987; RAJ & GREGORY, 1994).

SISTEMA ELÉTRICO

VANTAGENS

- É um método atrativo por ser econômico, adequado para altas capacidades de abate e pela possibilidade de ser automatizado (ANIL, MCKINSTRY & WOTTON, 1997; TROEGER, 1999).
- A utilização de altas frequências (1500 Hz) tem proporcionado bons resultados em relação aos aspectos qualitativos da carcaça (ANIL & MCKINSTRY, 1992).

DESVANTAGENS

- Tanto no sistema manual como no automático o posicionamento errôneo dos eletrodos pode proporcionar uma insensibilização deficiente (ANIL MCKINSTRY & WOTTON, 1997).
 - A maioria dos insensibilizadores proporciona maiores taxas de salpicamento na carcaça, quando comparados ao sistema gasoso (VELARDE et al., 1999; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000).
 - Existe a necessidade de contenção e isolamento do animal durante a insensibilização.
 - Apresenta maiores perdas por exsudação no período de 24 horas *post mortem*. (HENCKEL, 1998).
-

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ANIL, M. H. Period of insensibility following electrical stunning and slaughter in pigs. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999.
2. ANIL, M. H. & MCKINSTY J. L. The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. **Meat Science**, v.31, p.481-491, 1992.
3. ANIL, M. H.; MCKINSTY, J. L.; WOTTON, S. B. Electrical stunning and slaughter of pigs. Guidelines for good welfare assurance. **Fleischwirtschaft**, v.77, n^o 7, p. 632-635, 1997.
4. BARTON-GADE, P. The effect of pre-slaughter handling on meat quality in pigs. **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1393E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
5. BARTON-GADE, P. CO₂ Stunning - Quality and welfare comparisons. , **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1429E, 1999a. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
6. BARTON-GADE, P. Preliminary observations of pig behaviour on immersion in high concentrations of CO₂ gas. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999b.
7. BARTON-GADE, P. & CHRISTENSEN,L. Transportation and pre-stun handling: CO₂ -Systems, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1430E, 1999. Disponível em: <<http://www.dmri.dk> >. Acesso em: 20/Nov/2004.

8. BRAUN, J. A. O bem-estar animal na suinocultura. **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.
9. BROWN, S. N., WARRIS, P. D., NUTE, G. R.; EDWARDS, J. E. & KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal preslaughter stress. **Meat Science**, v.49, n.2, p.257-265, 1998.
10. COOK, J. C. Neurological measures to qualify welfare aspects of stunning. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999.
11. CHANNON, H. A. , PAYNE, A. M. & WARNER, R. D. Halothane genotype pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, v.56, p. 291-299, 2000.
12. 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.
13. CHRISTENSEN, L & BARTON GADE, P. New Danish developments in pig handling at abattoirs.Slagteriernes Forskningsinstitut, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1378 E, 1997. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20/Nov/2004.
14. de SMET, S., BLOEMEN, H., van de Voorde, G., SPINCEMAILLE, G. & BERCKMANS, D. Meat and carcass quality in two pig lines of different stress-

- susceptibility genotype and their crosses. **Animal Science**, v.66, n.2, p.441-447, 1998.
15. ESSÉN-GUSTAVSSON, B., KARLSTRÖM, K. & LUNDSTRÖM, K. Muscle fibre characteristics and metabolic response at slaughter in pigs of different halothane genotypes and their relation to meat quality. **Meat Science**, v. 31, n.1, p.1-11, 1992.
 16. 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.
 17. 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.
 18. GISPERT, M., FAUCITANO, L., GUARDIA, M. D. OLIVER, M. 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.
 19. GRANDIN, T. Effect of genetics on handling and CO₂ stunning of pigs. **Meat Focus International**, july, p. 124-126, 1992.
 20. GRANDIN, T. Good management practices for animal handling and stunning. **American Meat Institute**, Washington, DC, 1997a. Disponível em: <<http://www.metami.org>>. Acesso em: 20/Nov/2004.

21. GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal Animal Science**, v.75, p.249-257, 1997b.
22. GRANDIN, T. & SMITH, G. C. Animal Welfare and humane slaughter. **Colorado State University**, 1999. Disponível em: <<http://www.grandin.com>>. Acesso em: 20/Nov/2004.
23. GREGORY, N. G. Preslaughter Handling, Stunning and Slaughter. **Meat Science**, v.36, p.45-56, 1994.
24. GREGORY, N. G. Welfare and hygiene during preslaughter handling. **Meat Science**, v.43, p. s35-s46, 1996.
25. GREGORY, N., MOSS, B., LEESON, R. An assessment of carbon dioxide stunning in pigs. **Veterinary Record**, v.121, p.517-518, 1987.
26. HENCKEL, P. Influence of stunning method on pH-decrease and meat quality. SLAGTERIERNES FORSKNING SINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1413E, 1998. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20/Nov/2004.
27. HOLST, S. Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO₂. SLAGTERIERNES FORSKNING SINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1387E, 1997. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20/Nov/2004.
28. 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 25-27 August 1999.

29. JONGMAN, E. C., BARNETT, J. L., HEMSWORTH, P. H. The aversiveness of carbon dioxide stunning in pigs. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare.** Billund, Denmark 25-27 August 1999.
30. KLONT, R. E. & LAMBOOY, E. Effects of preslaughter muscle exercise on muscle metabolism and meat quality studied in anesthetized pigs of different halothane genotypes. **J. Anim. Sci.**, v.73, n.1, p.108-117, 1995.
31. LOTTE, M., JENSEN, E. W., FORSLID, A., JORGENSEN, P. F. Depth of anaesthesia index in assessment of animal welfare during induction of 90% CO₂ anaesthesia in swine. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare.** Billund, Denmark 25-27 August 1999.
32. MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão brasileira. **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.
33. MANTECA, X. Neurophysiology and Assessment of Welfare. **Meat Science**, v.49, p.205-218, 1998.
34. MEDLAB PRODUTOS MÉDICOS HOSPITALARES LTDA. Av. Pedroso Morais, 613, São Paulo / SP (kit para determinação de cortisol –TKCO). Disponível em: <<http://www.medlab.com.br>>. Acesso em: 20/Nov/2004.

35. 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.
36. PETERSEN, J. S., HENCKEL, P., MARIBO, H., OKSBJERG, N., SORENSEN, M. T. Muscle metabolic traits, post mortem-pH decline and meat quality in pigs subjected to regular physical training and spontaneous activity. **Meat Science**, v.46, n.3, p.259-275, 1997.
37. RAJ, M. EEG in assement of animal welfare during stunning of animals for slaughter, **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999a.
38. RAJ, M. Alternative gas mixtures and animal welfare in stunning of pigs. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999b.
39. RAJ, M. Efeito dos métodos de atordoamento e de abate sobre a qualidade da carne de porco. **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.
40. RAJ, M., GREGORY, N. G. An evaluation of humane gas stunning methods for turkeys. **Veterinary Record** , v.135, p.222-224,1994.
41. RASCHKE, O. Die electriche Betäubung des Schlachtviehes.Z. **Fleisch Milchhyg.**, v. 38, p.209-214, 1928.

42. RÜBENSAN, J. M., Transformações *post-mortem* e qualidade da carne suína. **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.
43. SILVEIRA, E.T.F. Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína. (Tese de Doutorado) **Universidade Estadual de Campinas**, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1997.
44. SHAW, F. D., TUME, R. K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents - A review of recent work. **Meat Science**, v. 32, p.311-329, 1992.
45. SPARREY, J. M., WOTTON, S. B. The design of pig stunning tong electrodes - A Review. **Meat Science**, v.47, n.1/2, p. 125-133, 1997.
46. STEVENSON, P. The welfare of pigs, cattle and sheep at slaughter. **Compassion in World Farming Trust**, n. 295126, August, 1993.
47. STEVENSON, P. Questões de bem-estar animal na criação intensiva de suínos na união européia. . **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.
48. STOIER, S. & OLSEN, E. V. Drip loss dependent on stress during lairage and stunning. **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1438E, 1999. Disponível em: <<http://www.dmri.dk>>. Acesso em: 20/Nov/2004.

49. TROEGER, K. Different electrical systems for stunning of pigs **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999.
50. TROEGER, K. & WOTERSDORF, W. Gas anaesthesia of slaughter pigs 1. Stunning experiments under laboratory conditions with fattening pigs of known halothane response type: Meat quality and animal welfare aspects. **Fleischwirtschaft**, v. 71, n. 2, p. 137-153, 1991.
51. 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.
52. 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.
53. VELARDE, A. L., FAUCITANO, M., GISPERT, M. A., OLIVER, M. A., 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.
54. WARRIS, P. D. The consequence of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. **Meat Focus**.v.4, 89 - 92, 1996.
55. WARRIS, P. D. & BROWN, S. N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. **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.

56. WARRIS, P. D., BROWN, S. N., ADAMS, S. J. M. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.38, n.2, p.329-340, 1994.
57. 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, 1998c.
58. 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.137-144,1998b.
59. WARRIS, P. D., BROWN, 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, p.447-456, 1998a
60. WEEDING, C. M., GUISE, H. J., PENNY, R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: the use of water sprays in lairage. **Animal Production**, v.56, p.393-397, 1993b.
61. WEEDING, C. M., HUNTER, E. J, GUISE, H. J, PENNY, R. H. C. Effects of abattoir and slaughter handling systems on stress indicators in pig blood. **The Veterinary Record**, July, p.10-13, 1993a.
62. WOOD, J. D., HOLDER, J. S., MAIN, D. C. J. Quality assurance schemes, **Meat Science**, v.49, p. s191- s203, 1998.

63. WOTTON, S. B., ANIL, M. H., WHITTINGTON, P. E., McLINSTRY, J. L. Pig slaughtering procedures: Head-to-Back Stuning. **Meat Science**, v.32, n.3, p, 245-255,1992.

CAPITULO 2

Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂). Parte1 - Mensuração dos indicadores sanguíneos de estresse.

William Bertoloni¹; Expedito Tadeu Facco Silveira²

¹University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

²Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil.e-mail: tfacco@ital.org.br PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP

RESUMO

Um total de 517 suínos provenientes de três genéticas A, B e C amplamente comercializadas no Brasil, com peso vivo de 100 a 120 kg foi aleatoriamente submetido ao sistema de insensibilização elétrico manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ e 1,4 –1,5A) e ao sistema gasoso modelo COMBI coletivo do tipo compacto comercializado e produzido pela empresa dinamarquesa BUTINA, no mesmo abatedouro.

Alíquotas sanguíneas do animal vivo, 24 horas antes do abate, na granja produtora e após a sangria no abatedouro foram coletadas dos híbridos estudados para determinação dos níveis sanguíneos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol.

Pequenas amostras do músculo *semimembranosus* (10g) de cada híbrido (A, B e C) foram coletadas no período de 24h *post-mortem* para a determinação do gene halotano.

Comparando-se os sistemas de insensibilização, o elétrico demonstrou ser mais estressante apresentando níveis médios superiores de cortisol (12,23 e 18,55 mcg/dl , $p \leq 0,001$) e lactato (142,59 e 158,26 mg/dl , $p \leq 0,0001$) para os híbridos A e C em comparação ao sistema gasoso, onde os mesmos híbridos apresentaram níveis inferiores de cortisol (9,22 e 12,57 mcg/dl) e lactato (118,09 e 109,68 mg/dl).

Variações dos indicadores sanguíneos de estresse entre os híbridos estudados também foram observadas. Utilizando-se o sistema elétrico valores médios superiores de cortisol (18,55 mcg/dl, $p \leq 0,0001$) foram encontrados nos híbridos C quando comparados aos híbridos A (12,23 mcg/dl) e B (10,59 mcg/dl), entretanto, quando o sistema gasoso foi utilizado menores índices de cortisol e CPK foram

observados nos híbridos A (9,22 mcg/dl e 1571,29 U/L, $p \leq 0,001$) comparativamente aos híbridos B (12,11 mcg/dl e 2641,69 U/L) e C (12,57 e 2789,60 U/L).

A presença do genótipo (Nn) foi observada somente nos híbridos B, onde níveis elevados de cortisol, lactato e CPK também foram encontrados quando submetidos ao sistema gasoso de insensibilização em comparação aos híbridos A. Nas mesmas condições, entretanto, os híbridos C apresentaram elevados níveis de cortisol e CPK, similares aos encontrados nos híbridos B, porém não se detectou a presença do genótipo (Nn) nestes animais.

PALAVRAS CHAVE: INSENSIBILIZAÇÃO, BEM-ESTAR, SUÍNOS, ESTRESSE

Evaluation of different swine breeds submitted to the electric and gaseous (CO₂) stunning systems. Part 1 – Mensuration of the blood stress indicators.

William Bertoloni¹; Expedito Tadeu Facco Silveira²

¹University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

²Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil. e-mail: tfacco@ital.org.br PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP.

SUMMARY

A total of 517 pigs constituted of three genetics A, B and C thoroughly marketed in Brazil, with live weight from 100 to 120 kg was submitted to the manual electric stunning system marketed and produced by the company Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ and 1,4 .1,5A) and the gaseous collective system (90% of CO₂), model COMBI, marketed and produced by the Danish company BUTINA, in the same slaughterhouse.

Blood samples in the live animal, 24 hours before the stunning, on the farm and after the bleeding in the slaughterhouse were collected in the hybrids studied for the determination of the blood levels of creatine phosphokinase (CPK), lactate, and cortisol.

Small samples of the *semimembranosus* muscle (10g) of each treatment on the deboning room were collected in the period of 24h *post-mortem* to the determination of halothane gene.

Comparing the stunning systems applied, the electric system demonstrated to be more stressful, presenting superior medium levels of cortisol (12,23 and 18,55 mcg/dl, $p \leq 0,001$) and lactate (142,59 and 158,26 mg/dl, $p \leq 0,0001$) for the hybrids A and C in relation to the gaseous system, where the same hybrids presented inferior levels of cortisol (9,22 and 12,57 mcg/dl) and lactate (118,09 and 109, 68 mg/dl).

Variations of the blood stress indicators among the hybrids studied were found. When the electric system was used superiors medium levels of cortisol (18,55 mcg/dl, $p \leq 0,0001$) were found in the hybrids C when compared to the hybrids A (12,23 mcg/dl) and B (10,59 mcg/dl), by the other hand, when the gaseous system

was used, smallest levels of cortisol and CPK were observed in the hybrids A (9,22 mcg/dl and 1571,29 U/L, $p \leq 0,001$) comparatively the hybrids B (12,11 mcg/dl and 2641,69 U/L) and C (12,57 mcg/dl and 2789,6 U/L) .

The presence of the genotype (Nn) was only observed in the hybrids B, where high levels of cortisol, lactate and CPK were also found, when stunned with the gaseous system in relation the hybrids A. In the same conditions, however, the hybrids C showed high levels of cortisol and creatine phosphokinase but absence of the (Nn) genotype.

KEYWORDS: CO₂, ELETRIC, STUNNING, WELFARE, SWINE, STRESS.

1. INTRODUÇÃO

Avanços nos conhecimentos da neurofisiologia têm ajudado a elucidar o mecanismo do estresse animal. Indicadores sangüíneos de estresse como: cortisol, creatina fosfoquinase, catecolaminas, prolactina, beta-endorfina e lactato têm demonstrado grande utilidade em estudos objetivos do bem-estar animal (MANTECA, 1998; FAUCITANO et al., 1998).

Alguns neurotransmissores como glutamato, aspartato e ácido gama butírico 4 amino, podem fornecer informações úteis sobre o bem-estar animal durante a etapa de insensibilização; entretanto, não devem ser analisados isoladamente (COOK, 1999), quando avalia-se o bem-estar animal.

De todos os indicadores citados anteriormente os mais freqüentemente utilizados são os níveis de cortisol, creatina fosfoquinase e lactato no soro e plasma sangüíneo.

O cortisol é um hormônio esteróide abundante na circulação sangüínea e o principal glicocorticóide secretado pelo córtex adrenal. Fisiologicamente, é efetivo em processos anti-inflamatórios e na manutenção da pressão sangüínea, participando também na gluconeogênese, absorção de cálcio, secreção de ácido gástrico e pepsina. É um indicador da função adrenocortical, sendo que as mensurações sangüíneas de cortisol, geralmente, são utilizadas como diagnóstico diferencial na medicina humana em doenças como: hipopituitarismo, hiperplasia adrenal, carcinomas, enfermidades de Addison's e Cushing's. Concentrações anômalas dos níveis sangüíneos de cortisol em humanos geralmente estão associadas a infecções agudas, síndrome do pânico, condições estressantes exacerbadas, diabetes e paradas cardíaca (MEDLAB Kit –TKCO1).

Os altos níveis de cortisol, geralmente, estão associados a condições de estresse psicológico (medo e apreensão). Por outro lado, condições de estresse físico (fadiga muscular) proporcionam o aumento da atividade de certas enzimas, por exemplo, a creatina fosfoquinase, envolvida no processo metabólico de obtenção de energia, como descrito a seguir (WARRIS et al., 1998b).



Onde:

ADP: di-fosfato de adenosina, ATP: tri-fosfato de adenosina, CPK: Creatina Fosfoquinase.

O lactato é, por outro lado, o produto final da glicólise anaeróbia e, conseqüentemente, é um indicador que também pode ser utilizado para avaliar o estresse físico durante a insensibilização de suínos. Elevados níveis de lactato são fortemente correlacionados com a condição PSE (carne pálida, flácida e exsudativa) em carcaças suínas (ESSÉN-GUSTAVSSON et al., 1992).

Variações em função do dia da amostragem podem influenciar alguns indicadores sanguíneos, como creatina fosfoquinase e lactato desidrogenase; entretanto, níveis de cortisol são pouco influenciados (WEEDING et al., 1993).

Níveis sanguíneos de cortisol, creatina fosfoquinase e lactato, fornecem importantes informações do nível de estresse psicológico e físico a que o animal foi submetido entretanto o desenvolvimento das condições PSE / DFD vão variar em função da susceptibilidade genética do animal, manejo pré-abate e técnicas de resfriamento da carcaça (WARRIS et al., 1998abc; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000).

Valores de CPK, lactato e cortisol encontrados em outros estudos associados ao bem-estar de suínos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Indicadores sanguíneos de estresse de suínos obtidos por outros autores.

Autor	Indicador sanguíneo.	Valores Obtidos	Condições
WARRIS, et.al., (1990)	CORTISOL	7.2 µg/100ml	Mínimo de estresse
WARRIS, et.al., (1994)	CORTISOL	17.8 / 21.9 / 19.6 / 18.9 / 21.4 µg/100ml	Diversos frigoríficos na Europa
WARRIS, et.al., (1994)	CORTISOL	17.2 µg/100ml	Manejo Comercial
BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1998).	CORTISOL	8.54 / 8.58 / 9.17 / 9.51µg/100ml	Diversas taxas de lotação durante o transporte
WARRIS, et.al., (1998ab)	CORTISOL	12.9 µg/100ml	Diversos países da Europa.
WARRIS, et.al., (1990)	CPK	2.31 log U/L (25 ⁰ C)	Manejo Comercial
WARRIS, et.al., (1994)	CPK	839 / 1028 / 762 / 1167 / 1674 U/L (25 ⁰ C)	Diversos frigoríficos na Europa
WARRIS, et.al., (1994)	CPK	2.09 log U/L (25 ⁰ C)	Mínimo de estresse
WARRIS, et.al., (1998ab)	CPK	2.8 log U/L (25 ⁰ C)	Diversos países da Europa.
BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1999)	CPK	1532 / 1320 / 1392 /902 U/L (25 ⁰ C)	Diversas taxas de lotação durante o transporte.
WARRIS, (1996).	LACTATO	49.25 mg/100ml (25 ⁰ C)	Mínimo de estresse.
WARRIS, et.al., (1994)	LACTATO	73.2 / 58.6 / 87 / 139.5 / 140.2 mg /100ml (25 ⁰ C)	Diversos frigoríficos na Europa.
WARRIS, et.al., (1998ab).	LACTATO	60.7 mg/100ml (25 ⁰ C)	Diversos países da Europa.
BARTON GADE et.al., (1999)	LACTATO	33.4 / 33.8 / 37.3 / 39.5 mg/100ml (25 ⁰ C)	Diversas taxas de lotação durante o transporte.
WARRIS & BROWN, (2000)	LACTATO	92.40 mg/100ml (25 ⁰ C)	Manejo Comercial.

2. MATÉRIAS E MÉTODOS

O experimento 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, 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 dos animais 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 –1,5A) no mesmo frigorífico.

As genéticas suínas A, B e C avaliadas no presente estudo são bastante comercializadas em todo Brasil, portanto os lotes estudados representam o perfil genético dos animais comercializados no país, assim como as freqüências de genes associados ao estresse.

Os resultados provenientes de ambas as fases experimentais foram analisados 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 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" - Release 5.0 A Copyright® Star Soft, Inc. (1984 -1995).

2.1 PRODUTORES

Os animais provenientes das genéticas A e B foram fornecidos por granjas similares da região de Rio Verde (GO), que fazem parte do programa de integração do frigorífico utilizado e seguem os mesmos padrões e procedimentos referentes aos manejos produtivo, sanitário e reprodutivo do rebanho.

Todos os animais fornecidos pelas granjas 1, 2, 3 e 4 eram bastante uniformes em relação ao peso e idade do lote, como se pode observar na Tabela 2.

Tabela 2. Índices zootécnicos dos lotes estudados (híbridos A e B).

Granja	Fase Experimental	Idade do lote (dias)	Mortalidade na granja (%)	Peso vivo médio (kg)	Conversão Alimentar
1	1	178	0.899	121.60	2.532
2	1	177	2.184	113.38	2.451
3	2	123	0.987	111.11	2.654
4	2	120	1.753	111.19	2.557

Durante a realização da primeira e segunda fase experimental, os suínos provenientes da genética C foram fornecidos por duas granjas comerciais independentes localizadas a 1000km e 400 km do abatedouro utilizado, respectivamente.

2.2 PERFIL GENÉTICO DOS ANIMAIS ESTUDADOS.

Embora seja impossível saber a constituição genética completa de cada um dos híbridos avaliados, pois estas informações pertencem somente às empresas que produzem e comercializam estes animais, a presença do gene halotano foi avaliada nos híbridos (A, B e C) estudados.

Amostras do músculo *semimembranosus* (10g) de cada animal avaliado foram coletadas no período de 24 horas *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 2).

A partir das amostras carneas 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., (1991).

O produto amplificado foi digerido com a enzima de restrição Hha a 37°C por 3 horas, posteriormente uma eletroforese em gel de agarose (3%) para o gene halotano e visualização com brometo foi realizada (Figura 2).

2.3 TRANSPORTE

Os animais provenientes das genéticas A e B foram transportados por caminhões do sistema de integração do frigorífico onde os animais foram abatidos. Todos os procedimentos de embarque, transporte e desembarque foram padronizados e

estas condições foram bastante similares para os lotes fornecidos por estes produtores.

Quanto aos animais provenientes da genética C, estes foram transportados por uma distância superior às outras duas genéticas. O caminhão utilizado para o transporte destes híbridos não pertencia ao sistema de integração do frigorífico, entretanto, os procedimentos de transporte foram similares ao realizado para os híbridos A e B. Uma visão mais detalhada das condições de transporte dos animais durante a execução do experimento pode ser realizada nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Características de transporte dos animais abatidos.

Fase Experimental	Animais Abatidos	Genéticas	Período de Carregamento	Período de Transporte	Distância (granja ao frigorífico)	Granja
1	100	A e B	50 min.	2h 30min.	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	2h 30min	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	1 h 25min	50km	2
1	100	A e B	36 min	55 min	50km	2
1	100	C	-	20horas	1000 km	3
2	152	A	30 min.	1h. 30 min.	61 km	4
2	152	B	30 min.	1h	35 km	5
2	152	C	-	12horas	400 km	6

Tabela 4. Características dos caminhões utilizados.

Tipo de Carroceria	Taxa de lotação	Capacidade máxima	Área total
Dois andares	0,42 m ² / 100kg	12000 kg	50 m ² (25m ² /pisos)

2.4 DESEMBARQUE NO FRIGORÍFICO

Os animais foram desembarcados no frigorífico imediatamente após a chegada. Inicialmente o desembarque foi realizado no andar superior e posteriormente no inferior utilizando-se um bastão elétrico quando necessário.

Após a pesagem do caminhão e a execução dos procedimentos de registro do frigorífico, os animais foram alojados em baias de espera por um período de 2 a 4 horas, onde receberam uma dieta hídrica durante todo o período de espera. O

ajuste do caminhão à área de descanso foi realizado por uma plataforma móvel manual com um declive de aproximadamente 30°.

Os animais foram submetidos a um sistema de aspersão de água durante 30 minutos logo após o desembarque. Detalhes das pocilgas de espera podem ser visualizados na Tabela 5 e Figura 1.

Tabela 5. Características das pocilgas de descanso.

Área das pocilgas.	Taxa de lotação	Tempo de descanso	Equipamento utilizado para condução
16,94 m ²	0,59 m ² /100kg	2 a 4 horas	Bastão elétrico (18 a 24 volts)

2.5 MANEJO PRÉ-ABATE

Após o período de descanso (2 a 4 horas) os animais foram movimentados para o sistema de coleta do frigorífico, utilizando-se tiras de plástico ou pano e bastão elétrico quando necessário. Na seqüência do fluxograma de abate os animais foram submetidos a uma fila “índiana paralela” e posteriormente ao isolamento em gôndolas do sistema de insensibilização gasoso (2 animais / gôndola) ou desviados para o sistema manual elétrico, como se observa na Figura 1.

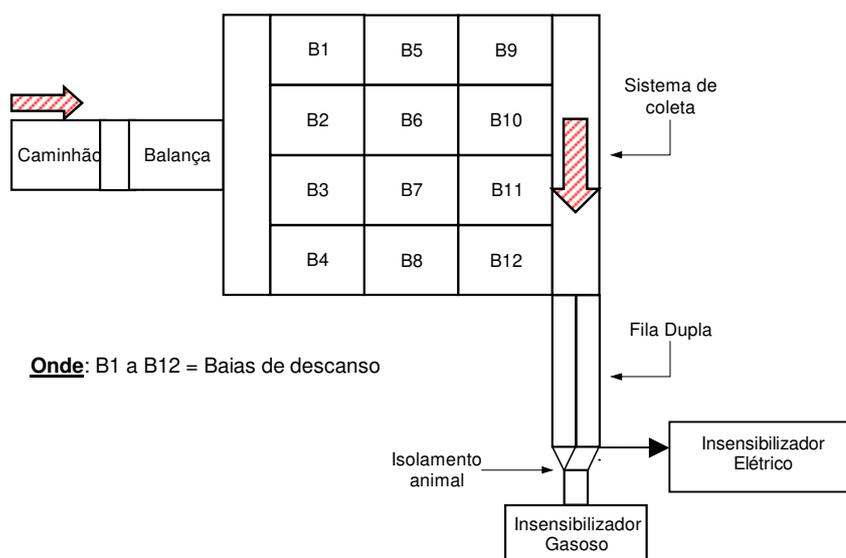


Figura 1. Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização.

2.6 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 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 segundos, na seqüência os animais foram submetidos a uma sangria vertical.

2.7 SISTEMA DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO.

Durante a segunda fase experimental, metade dos animais abatidos foi desviada do sistema de insensibilização gasoso (CO₂) e insensibilizados com um equipamento manual de insensibilização elétrica comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (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.

Considerando-se que a utilização de ambos os sistemas no mesmo abatedouro visou minimizar a influência de fatores que poderiam interferir na comparação dos insensibilizadores estudados (manejo pré-abate, instalações, clima e operadores), o sistema elétrico de insensibilização utilizado atendeu aos objetivos do estudo.

2.8 INDICADORES SANGUÍNEOS DE ESTRESSE.

Imediatamente após o processo de insensibilização, amostras de sangue (10ml) foram coletadas do corte da sangria em copo plástico descartável, transferidas para um tubo de centrífuga contendo dez gotas de heparina sódica (25000 UI /

5ml) e homogeneizadas lentamente. Na seqüência as amostras foram submetidas a uma centrifugação a 3500 rpm / 10 minutos em temperatura ambiente, utilizando-se uma centrífuga portátil modelo Excelsa Baby II da marca Fanem.

Amostras sangüíneas de dez híbridos, cinco machos e cinco fêmeas, provenientes de cada genética suína estudada (A, B e C) foram coletadas nos animais vivos 24 horas antes do abate na granja produtora. Após a imobilização dos mesmos as amostras foram coletadas em tudo de centrífuga contendo dez gotas de heparina sódica (2500 UI / 5ml), armazenadas sob refrigeração (5⁰C) e transportadas para o abatedouro, onde foram centrifugadas nas mesmas condições das amostras coletadas na linha de abate.

Após a centrifugação alíquotas de 2ml do plasma obtido, foram transferidas para tubos criogênicos e armazenadas em nitrogênio líquido a -196⁰C até a execução das análises dos indicadores sangüíneos de estresse (lactato, creatina fosfoquinase e cortisol).

As determinações de creatina fosfoquinase (CPK) no plasma sangüíneo foram realizadas com o kit CK-NAC / Laborlab com diluição 1:20 a 25⁰C. Para os níveis de lactato utilizou-se o kit lactat / Rolf Greiner Biochemica. Ambas as determinações espectrofotométricas foram realizadas utilizando-se o equipamento de dosagem automática RA-XT Technicon - Bayer.

As determinações de cortisol foram realizadas baseadas em técnica de radioimunoensaio utilizando-se o kit TKCO1 / DPC-Medlab e contador gama da marca KinetiCount ®, Vitek Systems, Missouri - USA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se nas Tabelas 6 e 7 que os lotes experimentais estudados foram padronizados não somente para a idade, mas também para peso e porcentagem de carne magra em ambas as fases experimentais, na tentativa de minimizar o erro experimental e obter resultados mais consistentes.

Nas Tabelas 6 e 7 visualiza-se que embora fornecidos por uma granja independente do sistema de integração do frigorífico utilizado, os híbridos C

apresentaram valores de peso da carcaça (kg) e porcentagem de carne magra similares aos valores encontrados nos híbridos A e B.

Comparando-se os níveis basais de estresse obtidos, os híbridos A e B apresentaram níveis de creatina fosfoquinase, lactato e cortisol similares quando coletados na granja produtora, entretanto, os híbridos C apresentaram valores de lactato e cortisol superiores aos obtidos nos híbridos A e B (Tabelas 8, 9 e 10).

Tabela 6. Peso (kg) e porcentagem de carne magra (CM) das carcaças avaliadas durante a primeira fase experimental.

Variável	G	S	N	Média	Min.	Max.	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
Peso (kg)	A	M	22	91,33	72,60	107,40	68,89	8,30	1,77
Peso (kg)	A	F	18	87,24	75,80	97,20	45,81	6,77	1,60
Peso (kg)	B	M	37	92,78	75,60	105,00	53,32	7,30	1,20
Peso (kg)	B	F	71	87,28	72,00	102,60	44,51	6,67	0,79
Peso (kg)	C	M	45	80,07	66,40	95,00	43,25	6,58	0,98
Peso (kg)	C	F	29	74,27	54,80	86,20	44,30	6,66	1,24
% CM	A	M	14	53,88	50,70	59,70	7,99	2,83	0,76
% CM	A	F	9	55,43	51,40	57,70	4,14	2,03	0,68
% CM	B	M	26	54,63	49,00	60,00	7,34	2,71	0,53
% CM	B	F	61	57,05	49,20	60,80	6,18	2,49	0,32
% CM	C	M	45	51,00	38,10	58,40	18,20	4,27	0,64
% CM	C	F	29	52,85	41,80	58,50	16,91	4,11	0,76

Onde: G= Genética; S=sexo;n= numero; Min= valor mínimo; Max= Valor Maximo.

Tabela 7. Peso (kg) e porcentagem de carne magra (CM) das carcaças avaliadas durante a segunda fase experimental.

Variável	G	S	N	Média	Min.	Max.	Variância	Desvio Padrão	Erro Padrão
Peso (kg)	A	M	69	84,50	68,40	98,90	58,30	7,60	1,30
Peso (kg)	A	F	72	85,50	73,50	104,10	53,80	7,30	1,20
Peso (kg)	B	M	44	84,60	70,30	98,30	43,60	6,60	1,40
Peso (kg)	B	F	92	85,60	67,60	101,80	50,50	7,10	1,00
Peso (kg)	C	M	81	84,30	69,50	100,20	57,80	7,60	1,20
Peso (kg)	C	F	66	85,90	69,10	101,40	67,30	8,20	1,40
%CM	A	M	69	53,30	49,10	59,30	5,90	2,40	0,40
%CM	A	F	72	53,80	44,40	62,90	13,00	3,60	0,60
%CM	B	M	44	54,80	46,80	60,70	13,50	3,70	0,80
%CM	B	F	92	55,40	44,60	60,10	10,70	3,20	0,50
%CM	C	M	81	53,80	47,90	58,80	6,60	2,60	0,40
%CM	C	F	66	54,90	49,60	60,70	8,80	3,00	0,50

Onde: G= Genética; S=sexo;n= numero; Min= valor mínimo; Max= Valor Maximo..

As condições de armazenamento das amostras para os híbridos C podem ter influenciado os níveis basais de lactato destes suínos, visto que as amostras sanguíneas embora mantidas sob refrigeração, foram coletadas em tubos sem inibidores glicolíticos e a distância entre a granja produtora e o frigorífico foi superior comparativamente aos híbridos A e B (Tabela 4).

Os níveis basais obtidos no presente estudo (Tabelas 8, 9 e 10) embora influenciados por fatores como forma de contenção, operador, variação individual e número de animais avaliados, demonstraram uma elevação de 300 a 500% dos níveis de cortisol, lactato e creatina fosfoquinase em comparação aos níveis dos mesmos indicadores sanguíneos de estresse provenientes de híbridos da mesma linhagem genética quando coletados durante a sangria no abatedouro (Tabelas 11 e 12).

Tabela 8. Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos A coletados na granja 24 horas antes do abate.

Análises	Unidade	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
CPK 25 °C	U/L	10	336,00	140,00	740,00	37493,33	193,63	61,23
LACTATO	mg/dl	10	46,54	31,90	66,70	152,32	12,34	3,90
CORTISOL	mcg/dl	10	3,87	1,49	9,56	6,35	2,52	0,80

Tabela 9. Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos B coletados na granja 24 horas antes do abate.

Análises	Unidade	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
CPK 25 °C	U/L	10	544,00	300,00	1100,00	56604,44	237,92	75,24
LACTATO	mg/dl	10	43,36	22,30	77,10	425,80	20,63	6,53
CORTISOL	mcg/dl	10	4,44	0,80	9,67	10,74	3,28	1,04

Tabela 10. Níveis basais dos indicadores sanguíneos de estresse dos híbridos C coletados na granja 24 horas antes do abate.

Análises	Unidade	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
CPK 25 °C	U/L	10	268,00	80,00	580,00	18595,56	136,37	43,12
LACTATO	mg/dl	10	123,34	28,50	254,70	5038,48	70,98	22,45
CORTISOL	mcg/dl	10	7,05	3,42	11,07	6,56	2,56	0,81

Os níveis de indicadores sanguíneos de estresse coletados no frigorífico (CPK, lactato e cortisol) em função do sistema de insensibilização e genética suína estudada são apresentados nas Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15. Comparando-se os sistemas de insensibilização estudados, o sistema manual elétrico apresentou níveis superiores de lactato ($p \leq 0,001$) e cortisol ($p \leq 0,001$) para todos os híbridos avaliados com exceção dos híbridos B (Tabelas 13, 14 e 15), demonstrando que os suínos submetidos a este sistema apresentaram maior nível de estresse “psicológico” e alta atividade glicolítica corroborando os resultados obtidos por WARRIS et.al., (1990); (1994); (1995); (1996); BARTON-GADE et.al., (1997); SOUZA et. al., (1998); WARRIS et.al., (1998abc); BARTON-GADE et.al., (1999ab); GISPERT et al., (2000); WARRIS et.al., (2000); STROIER (2001); FABREGA et.al., (2002).

Concomitantemente o sistema elétrico apresentou-se menos eficiente do ponto de vista de qualidade da insensibilização, visto que (11,57%) dos suínos submetidos a este sistema apresentaram reflexos (palpebral) no período de 40 segundos após a insensibilização contra (2,86%) dos suínos submetidos ao sistema gasoso, como se observa no capítulo 4.

Considerando-se que o reflexo palpebral ocorre após o aparecimento do reflexo pupilar, conclui-se que o sistema elétrico não obedeceu aos índices de qualidade estabelecidos por HOLST, S. (1997).

Quando submetidos ao sistema elétrico de insensibilização, os híbridos provenientes das três genéticas avaliadas apresentaram um comportamento similar para os níveis de CPK e lactato, embora tenham apresentado níveis elevados de lactato quando comparados ao sistema gasoso, variações significativas foram observadas somente

nos níveis de cortisol sanguíneo quando comparou-se os híbridos C aos A e B (Tabela 11).

Comparando-se as Tabelas 11 e 12 se observa que menores diferenças entre as genéticas avaliadas foram observadas quando o sistema elétrico de insensibilização foi utilizado. Todos os híbridos foram prejudicados quando este sistema de insensibilização foi utilizado, com especial enfoque para os níveis de cortisol dos híbridos C.

Tablela 11. Médias, desvio padrão (sd) e numero (n) dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol de suínos insensibilizados com o sistema manual elétrico.

VARIÁVEIS	GENÉTICA			Valor P	MSE
	A	B	C		
CPK (U/L)	1875.75 sd= 1664 n= 80	1988.93 sd =2371 n=56	1312.40 sd =2773 n= 50	0.245334	4945270
LACTATO (mg/dl)	142.59 sd =53.79 n= 81	141.63 sd=54.81 n=56	158.26 sd= 49.52 n= 50	0.18770	2808.91
CORTISOL(mcg/dl)	12.23^a sd= 6.07 n= 83	10.59^a sd= 4.03 n= 56	18.55^b sd= 6.08 n= 50	3.25x10⁻¹² ***	30.7567

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Scheffé t ($p \leq 0,05$), * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados.

Tablela 12. Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol de suínos insensibilizados com o sistema automático gasoso (CO₂).

VARIÁVEIS	GENÉTICA			Valor p	MSE
	A	B	C		
CPK (U/L)	1571.29^a sd= 880 n= 132	2641.69^b sd =2722 n= 140	2789.60^b sd = 4085 n= 87	0.000689***	7212398
LACTATO mg/dl	118.09^a sd= 40.99 n= 131	133.61^b sd= 46.61 n=141	109.68^a sd =48.32 n= 87	0.000268***	2032.051
CORTISOL mcg/dl	9.22^a sd= 4.89 n= 120	12.11^b sd = 7.62 n= 134	12.57^b sd= 6.99 n= 85	0.000251***	43.65973

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Scheffé t ($p \leq 0,05$); *, * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados

Somente os suínos provenientes da genética B apresentaram animais heterozigotos positivos para o gene halotano (Nn) em relação às outras genéticas estudadas em ambas as fases experimentais realizadas (Figura 2).

Embora a determinação do gene halotano tenha sido realizada a partir de uma alíquota representativa dos suínos avaliados, observa-se que o programa genético utilizado para os híbridos B utilizou-se do genótipo (Nn) na tentativa de incrementar a porcentagem de carne magra (Tabelas 6 e 7) o que pode ter elevado o nível dos indicadores sanguíneos de estresse destes híbridos, entretanto, nenhum animal heterozigoto para o gene halotano (Nn) foi encontrado quando os híbridos C foram avaliados e estes também apresentaram elevados níveis de indicadores sanguíneos de estresse comparativamente aos híbridos A (Tabelas 11 e 12).

Considerando-se que todos os híbridos tenham recebido o mesmo manejo pré-abate, os híbridos C foram transportados por uma distância superior aos híbridos A e B o que pode ter influenciado os níveis plasmáticos dos indicadores como se observa nas Tabelas 11 e 12 (CHRISTENSEN & BARTON-GADE, 1997; WARRIS et. al., 1998abc ; BARTON-GADE & CHRISTENSEN 1999).

Os elevados níveis de cortisol sanguíneo obtido nos híbridos C quando submetidos ao sistema elétrico de insensibilização podem ter sofrido a influência do gene de rendimento napole, visto que a raça Hampshire participa da constituição genética destes animais, entretanto, a determinação laboratorial deste gene no presente estudo não foi realizada, por outro lado valores normais de pH 24h *post-mortem* foram obtidos em carcaças provenientes da mesma genética, como se observa no capítulo 3.

Embora o desenvolvimento de anomalias da carne e o desenvolvimento da curva de pH não dependam exclusivamente dos indicadores sanguíneos de estresse, existe uma probabilidade de que animais que apresentem altos níveis de CPK, lactato e cortisol após a insensibilização venham a desenvolver as condições PSE ou DFD, dependendo do programa de seleção genética adotado, técnicas de

abate e resfriamento das carcaças (CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000; WARRIS et al., 1998abc).

A utilização do gene halotano em programas de genética suína ainda é um assunto muito controvertido entre os pesquisadores da comunidade científica internacional porem parece haver um consenso de que o incremento em carne magra proporcionado por este gene deprime as características qualitativas da carne (KOCWIN-PODSIADLA, et al., 1995; KERSTIN, ANDERSSON & HANSSON, 1996; SUTTON, et al., 1997; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000; GISPERT et al., 2000; FERNANDEZ, et al., 2002; FÀBREGA, et al., 2002).

Suínos portadores do genótipo (Nn) ou (nn) tendem apresentar maiores níveis de cortisol, CPK e lactato quando comparados aos animais com genótipo livre do gene halotano (ESSEN-GUSTAVSSON, KARLSTRÖM & LUNDSTÖM, 1992; GRANDIN,T. 1992; KOCWIN-PODSIADLA, et. al., 1995; KLONT & LAMBOOY, 1995; de SMET, et. al., 1998; GISPERT, et. al., 2000; RÜBENSAM,J. 2000; FÀBREGA, et.al., 2002 FERNANDEZ, et. al., 2002).

Os níveis de indicadores sanguíneos de estresse encontrados nas três genéticas estudadas, no presente estudo, corroboram com os resultados obtidos pelos autores citados no parágrafo anterior onde os híbridos B apresentam alta freqüência de genótipos (Nn) e elevados níveis de indicadores sangüíneos de estresse em ambos os sistemas de insensibilização estudados.

A Influência do gene halotano na qualidade final da carne e indicadores sanguíneos de estresse também foram estudados por WARRIS, BROWN & ADAMS, (1994); KOCWIN-PODSIADLA et al.,(1995); SHAW & TROUT (1995); KERSTIN, ANDERSSON & HANSSON, (1996); SUTTON et al., (1997); CHANNON, et al., (2000); GISPERT et al., (2000); STOIER et al., (2001); FERNANDEZ et al., (2002); FÀBREGA et al., (2002); ALLISON, (2003); ROSENVOLD & ANDERSEN, (2003).

De um modo geral todos os autores citados no parágrafo anterior encontraram redução nas características qualitativas da carne suína quando o gene halotano foi empregado na tentativa de aumentar o ganho em carne magra das carcaças.

Entretanto os elevados níveis plasmáticos de CPK , cortisol e lactato dos híbridos B no presente estudo, assim como os níveis de cortisol dos híbridos C não foram suficientes para proporcionar diferenças significativas expressivas nos indicadores de qualidade da carne, como se observa no capítulo 3.

Tablela 13. Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos A submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico.

VARIÁVEIS	N	Sistema Elétrico	N	Sistema Gasoso(CO ₂)	Valor p	MSE
CPK (U/L)	80	1875 ± 1664	132	1571 ± 880	0,084356	1525273
LACTATO mg/dl	81	142,59 ± 53,79	131	118,09 ± 41	0,000234***	2142,175
CORTISOL mcg/dl	83	12,23 ± 6,07	120	9,22 ± 4,89	0,000127***	29,162

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

Tablela 14. Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos B submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico.

VARIÁVEIS	N	Sistema Elétrico	N	Sistema Gasoso(CO ₂)	Valor p	MSE
CPK (U/L)	56	1988 ± 2371	140	2642 ± 2722	0,117796	6905312
LACTATO mg/dl	56	141,63 ± 54,81	141	133,61 ± 46,61	0,301689	2407,269
CORTISOL mcg/dl	56	10,59 ± 4,03	134	12,11 ± 7,62	0,160228	45,850

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

Tablela 15. Médias, desvio padrão e numero dos níveis plasmáticos de creatina fosfoquinase (CPK), lactato e cortisol dos híbridos C submetidos ao o sistema automático gasoso (CO₂) e manual elétrico.

VARIÁVEIS	N	Sistema		Valor p	MSE
		Sistema Elétrico	N		
CPK (U/L)	50	1312 ± 2773	87	2790 ± 4085	0,024692* 13427x10 ²
LACTATO mg/dl	50	158,26 ± 49,52	87	109,68 ± 48,32	0,0000001*** 2377,602
CORTISOL mcg/dl	50	18,55 ± 6,08	85	12,57 ± 6,99	0,000002*** 44,4278

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

4. CONCLUSÕES.

O presente experimento nos permite concluir que:

- O sistema manual elétrico de insensibilização demonstrou ser mais estressante que o gasoso apresentando níveis superiores de cortisol e lactato para os híbridos A e C, entretanto, maiores níveis de CPK foram obtidos nos híbridos C quando submetidos ao sistema gasoso (CO₂).
- Variações dos indicadores sanguíneos de estresse entre os híbridos estudados foram constatadas, aplicando-se o sistema elétrico valores superiores de cortisol foram encontradas nos híbridos C quando comparados aos híbridos A e B. Quando o sistema gasoso foi utilizado menores índices de cortisol e CPK foram observados nos híbridos A comparativamente aos híbridos B e C.
- A presença do genótipo heterozigoto para o gene halotano (Nn) foi observada somente nos híbridos B onde níveis elevados de cortisol, lactato e CPK também foram encontrados quando submetidos ao sistema gasoso, assim como um aumento na porcentagem de carne magra destes animais.
- Os elevados níveis plasmáticos de CPK quando utilizou-se o sistema gasoso (CO₂) de insensibilização, assim como elevados níveis de cortisol em ambos os sistemas foram obtidos nos híbridos C, entretanto, não se observou a presença do genótipo heterozigoto para o gene halotano (Nn) como ocorreu nos híbridos B.

- A elevação dos níveis dos indicadores sanguíneos de estresse estudados (CPK, Lactato e Cortisol) não foram suficientes para proporcionar diferenças significativas nos indicadores de qualidade de carne quando os híbridos A, B e C foram comparados, como se observa no capítulo 3.

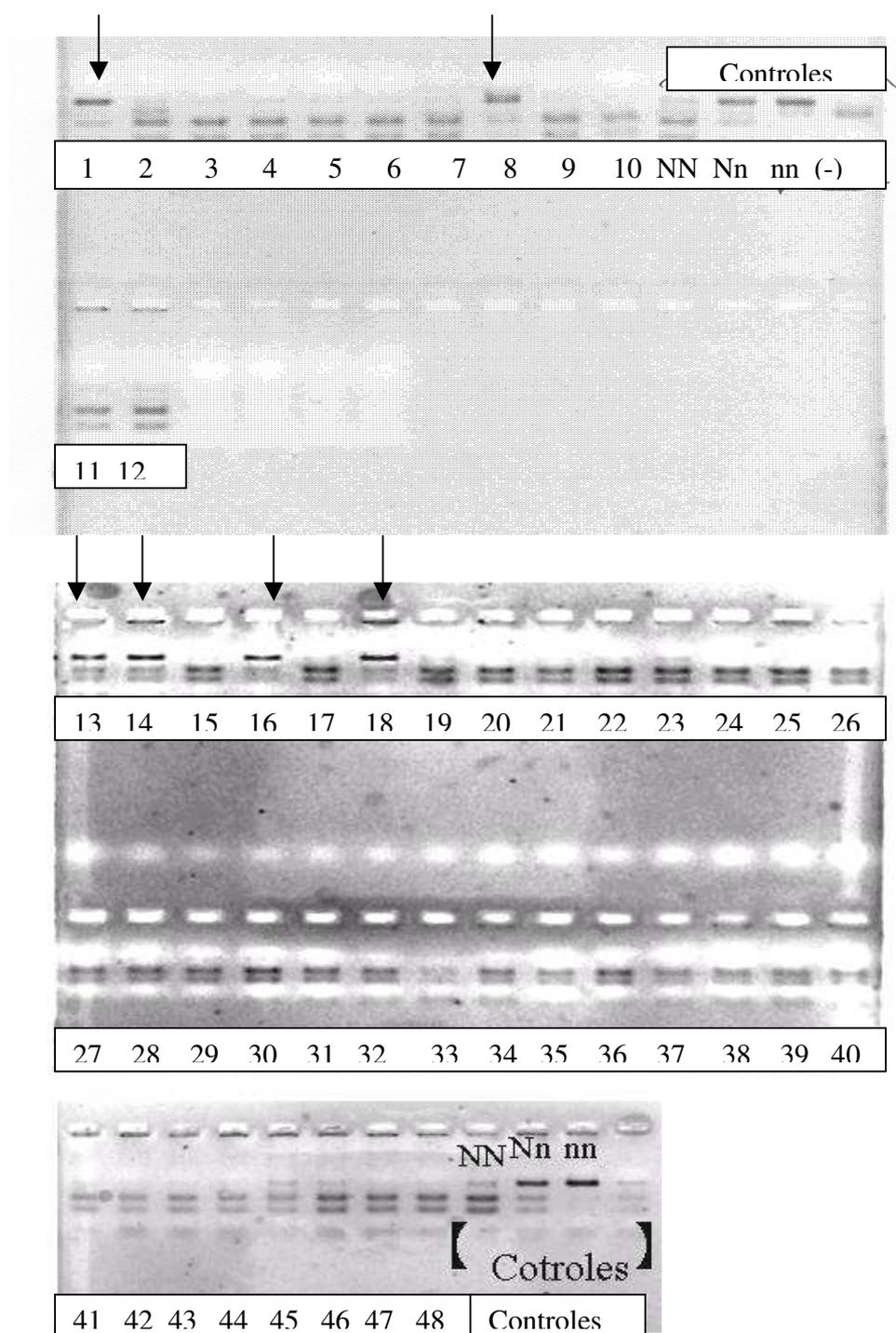


Figura 2 Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese. , onde ↓ = genótipo (Nn).

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. 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.
2. BARTON-GADE, P. The effect of pre-slaughter handling on meat quality in pigs. **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1393E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
3. BARTON-GADE, P. CO₂-Stunning- Quality and welfare comparisons. , **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1429E, 1999a. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
4. BARTON-GADE, P. Preliminary observations of pig behaviour on immersion in high concentrations of CO₂ gas. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999b.
5. 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, p. 237-247, 1998.
6. BARTON-GADE, P. & CHRISTENSEN, L. Transportation and pre-stun handling: CO₂-Systems, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1430E, 1999. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
7. BUTINA CO₂ COMBI SYSTEM. Disponível em: <[http:// www.butina.dk](http://www.butina.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.

8. 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.
9. CHRISTENSEN, L & BARTON-GADE, P. New Danish developments in pig handling at abattoirs. Slagteriernes Forskningsinstitut, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1378 E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
10. COOK, J. C. Neurological measures to qualify welfare aspects of stunning. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999.
11. de SMET, S., BLOEMEN, H., van de Voorde, G., SPINCEMAILLE, G., BERCKMANS, D. Meat and carcass quality in two pig lines of different stress-susceptibility genotype and their crosses. **Animal Science**, v.66, n.2, p.441-447, 1998.
12. ESSÉN-GUSTAVSSON, B., KARLSTRÖM, K., LUNDSTRÖM, K. Muscle fiber characteristics and metabolic response at slaughter in pigs of different halothane genotypes and their relation to meat quality. **Meat Science**, v. 31, n.1, p.1-11, 1992.
13. FÀBREGA, 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.

14. 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.
15. FERNANDEZ, 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.
16. 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 (5018), p. 448-451, 1991.
17. 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.
18. GRADIN, T. Effect of genetics on handling and CO₂ stunning of pigs. **Meat Focus International**, July, p. 124-126, 1992.
19. HOLST, S. Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO₂. SLAGTERIERNES FORSKNINGSINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1387E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.

20. KARL SCHERMER & CO APPARATEBAU GERÜNDER 1896 D-76275 ETTLINGEN. Disponível em: <[http:// www.karl-schermer.de](http://www.karl-schermer.de)>. Acesso em: 20/Nov/2004.
21. 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, 145-153, 1996.
22. 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.
23. KLONT, R. E. & LAMBOOY, E. Effects of pre-slaughter muscle exercise on muscle metabolism and meat quality studied in anesthetized pigs of different halothane genotypes. **J. Animal Science**, v.73, n.1, p.108-117, 1995.
24. LABORLAB PRODUTOS PARA LABORATÓRIO LTDA (Kit CK-NAC). Capão Bonito, 937, CEP 07263-010 – Guarulhos/SP. Disponível em: <<http://www.laborlab.com.br> >. Acesso em: 20/Nov/2004.
25. MEDLAB PRODUTOS MÉDICOS (Kit TKCO1) - HOSPITALARES LTDA. AV. Pedroso Morais, 613, São Paulo / SP. Disponível em: <[http:// www.medlab.com.br](http://www.medlab.com.br) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
26. MANTECA, X. Neurophysiology and Assessment of Welfare. **Meat Science**, v.49, p.205-218, 1998.
27. ROLF GREINER BIOQUÍMICA (Lactat Kit G7016) Rua Boa Espera, 140 CEP 03190-080 / São Paulo. Disponível em: <[http:// www.masterdiagnostica.com.br](http://www.masterdiagnostica.com.br) >. Acesso em: 20/Nov/2004.

28. ROSENVOLD, K. & ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality - a review. **Meat Science**, v.64, p. 219-237, 2003.
29. RÜBENSAN, J. M., Transformações *post-mortem* e qualidade da carne suína. 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.
30. 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.
31. SHAW, F. D., TROUT, G. R. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. **Meat Science**, v. 39, p.237-246, 1995.
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. STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright statsoft, inc 1984-1995. Disponível em: <<http://www.statsoft.com.br>>. Acesso em: 20/Nov/2000.
34. 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.
35. WARRIS, P. D. The consequence of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. **Meat Focus**.v.4, 89-92,1996.

36. WARRIS, P.D. & BROWN, S. N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. **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.
37. WARRIS, P. D., BROWN, S. N., ADAMS, S. J. M. Variation in haem pigment concentration and color in meat from british pigs. **Meat Science**, Barking, v.28, p.321-329, 1990.
38. WARRIS, P. D., BROWN, S. N., ADAMS, S. J. M. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.38, n.2, p.329-340, 1994.
39. 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 collected in the European Union. **Meat Science**, v. 49, p.137-144, 1998b.
40. 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, 1998c.
41. WARRIS, P. D., BROWN, 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, p.447-456, 1998a
42. WARRIS, P. D., BROWN, S. N., NUTE, G. R., KNOWLES, T. G., EDWARDS, J. E., PERRY, A. M., JOHNSON, S. P. Potential interaction between the effects of pre-slaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 41, p. 55-68, 1995.

43. WEEDING, C. M., HUNTER, E. J, GUISE, H. J, PENY, R.H.C. Effects of abattoir and slaughter handling systems on stress indicators in pig blood. **The Veterinary Record**, July, p.10-13, 1993.

CAPITULO 3

Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂). Parte 2 - Mensurações objetivas de qualidade.

Expedito Tadeu Facco Silveira¹ William Bertoloni², Marcela de Rezende Costa³, Charli B. Ludtke⁴

¹Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil. e-mail: tfacco@ital.org.br

²University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP

RESUMO

Suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) amplamente comercializadas no Brasil com peso vivo de 100 a 120 kg foram submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ e 1,4 –1,5A) e ao sistema gasoso modelo COMBI (90 % de CO₂) coletivo do tipo compacto comercializado e produzido pela empresa dinamarquesa BUTINA, no mesmo abatedouro.

Mensurações de pH, cor (L, a*, b*), reflectância luminosa interna (HGP), perda por exsudação (Drip Loss), capacidade de retenção de água (CRA) e “umidade exprimível” (Expressible Moisture) foram realizadas aleatoriamente nos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização estudados.

Diferenças significativas nos valores médios de luminosidade ($p \leq 0,05$), valores (b*) ($p \leq 0,0001$), pH 24h *pm* no pernil (*sm*) ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* na paleta (*sc*) ($p \leq 0,01$), reflectância interna 45min. *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância interna 24h *pm* ($p \leq 0,05$) foram encontradas quando comparou-se os sistemas de insensibilização gasoso e elétrico.

A constituição genética dos híbridos avaliados influenciou os valores médios de luminosidade (L) ($p \leq 0,0001$), valores b* ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* do pernil (*sm*) ($p \leq 0,0001$), reflectância interna 45min. *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância interna 24h *pm* ($p \leq 0,0001$) quando o sistema gasoso foi utilizado para todos os animais.

Em relação ao sistema de insensibilização elétrico a constituição genética dos híbridos influenciou significativamente os valores de pH do pernil (*sm*) 24h *pm* ($p \leq$

0,05), pH da sobrepaleta (*sc*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), reflectância 45 min. *pm* ($p \leq 0,0001$) e reflectância 24h *pm* ($p \leq 0,0001$).

O sistema de insensibilização gasoso apresentou ligeira vantagem em relação ao pH 24h *pm* do pernil (*sm*) ($5,76 \pm 0,18$) e sobrepaleta (*sc*) ($6,09 \pm 0,27$) quando comparado ao elétrico ($5,71 \pm 0,17$) e ($6,24 \pm 0,18$) respectivamente entretanto nenhuma diferença significativa nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível” foi observada

Suínos submetidos ao sistema gasoso (híbridos A e B) apresentaram elevados valores médios b^* (7,16 e 7,42, $p \leq 0,0001$) quando comparados aos híbridos insensibilizados como o sistema manual elétrico (5,52 e 5,61) respectivamente.

Variações significativas nos valores de cor (L , a^* , b^*) e refletância luminosa interna também foram observadas entre os híbridos avaliados quando o mesmo sistema de insensibilização foi utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Insensibilização, Bem Estar Animal, Qualidade.

Evaluation of different swine breeds submitted to the electric and gaseous (CO₂) stunning systems. Part 2 - Objective quality mensurations.

Expedito Tadeu Facco Silveira², William Bertoloni¹, Marcela de Rezende Costa

¹Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil. e-mail: tfacco@ital.org.br

²University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

RESEARCHES ACCOMPLISHED WITH FINANCIAL SUPPORT OF FAPESP

SUMMARY

Pigs from three breeds (A, B and C) thoroughly marketed in Brazil with live weight varying from 100 to 120 kg were submitted to the manual electric stunning system marketed and produced by the company Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ and 1,4 .1,5A) and the collective gaseous system, COMBI (90% of CO₂), compact type, marketed and produced by the Danish company BUTINA in the same slaughterhouse.

pH mensurations, color (L , a * , b *), light scattering (HGP), drip loss, water holding capacity and expressible moisture were randomly accomplished in the pigs submitted to the stunning systems studied.

Significant differences in the average values of brightness ($p \leq 0,05$), (b^*) ($p \leq 0,0001$), pH 24h *pm* in the ham (*sm*) ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* in the shoulder (*sc*) ($p \leq 0,01$), light scattering 45 min. *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,05$) were found when the gaseous and electric systems of stunning were compared

The genetic hybrids constitution influenced the mean values of brightness (L) ($p \leq 0,0001$), b^* ($p \leq 0,05$), pH 24h *pm* of the ham (*sm*) ($p \leq 0,0001$), light scattering 45min. *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,0001$) when the gaseous system was used for all the animals.

In relation to the electric stunning system, the genetic constitution influenced the pH values of the ham (*sm*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), pH of the shoulder (*sc*) 24h *pm* ($p \leq 0,05$), light scattering 45 min. *pm* ($p \leq 0,0001$) and light scattering 24h *pm* ($p \leq 0,0001$).

The gaseous stunning system presented qualitative results slightly superior to the electric system, better values of pH 24h *pm* in the ham (*sm*) ($5,76 \pm 0,18$) and the shoulder (*sc*) ($6,09 \pm 0,27$) were obtained in comparison the electric system ($5,71 \pm 0,17$) and ($6,24 \pm 0,18$) respectively. However any significant difference in the values of water holding capacity, drip loss and expressible moisture were observed.

Hybrids stunned with the gaseous system (A and B) showed high levels of b^* values (7,16 and 7,42, $p \leq 0,0001$) when compared with other animals of the same genetic stunned with the electric system (5,52 and 5,61) respectively.

Significant variations in the color values (L , a^* , b^*) and light scattering were also observed among the hybrids when the same stunning system was used.

KEYWORDS: Stunning System, Welfare Animal, Meat Quality

1. INTRODUÇÃO.

Vários autores 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 (WARRIS, 1982; OLIVER et al., 1991; BUDIG & INGR, 1992; CHIZZOLINI et al., 1993; KAUFFMAN et al., 1993; van LAACK et al., 1994; GARRIDO et al., 1995; van der Wal et al., 1995; EIKELBOOM et al., 1996 e JOACHIM, 1996).

Um diagnóstico da condição PSE pode ser dado em relação aos valores de pH 1h *pm*, onde valores situados abaixo de 5,4 no músculo *longissimus dorsi* podem ser considerados como PSE e valores acima de 5,8 como não PSE, ocorrendo a formação de uma faixa de valores intermediários de 5,4 a 5,8 que, são considerados como carcaças duvidosas (SILVEIRA et al., 1993).

Vários fatores podem influenciar os valores de pH obtidos em uma carcaça, tais como condição de limpeza da sonda, características do eletrodo e temperatura, portanto, o pH pode ser utilizado como indicador de qualidade quando associado a outros parâmetros qualitativos tais como: cor, capacidade de retenção de água, refletância luminosa interna e solubilidade protéica quando se deseja avaliar as condições PSE e DFD em uma carcaça (BARTON-GADE, 1984; OLIVER et al., 1991; BUDIG & INGR, 1992; GARRIDO et al., 1994; van LAACK et al., 1994).

A determinação das propriedades qualitativas da carne suína é possível, com relativa segurança, quando se combinam valores de pH 1h *post-mortem* com valores de temperatura e pH 24h *pm*, segundo JOACHIM, (1996).

A dispersão da luz através do músculo é influenciada por dois fatores básicos que se interagem, o estado fisiológico intrínseco do animal antes do abate e o processo de abate e resfriamento adotados. Imediatamente após o abate, o músculo apresenta uma coloração escura devido à sua translucidez. A velocidade de glicólise *post-mortem*, avaliada pela redução do pH e a produção de ácido láctico, associada à temperatura controlam a velocidade de desnaturação protéica

e, conseqüentemente, a capacidade de retenção de água da carne (Mac DOUGAL, 1996).

JAUREGUI et al., (1981) propôs o uso dos termos potencial de capacidade de retenção de água (WBP), “umidade exprimível” e perdas por gotejamento para categorizar as diferentes formas de retenção de água em carnes, segundo ANADÓN, (2002).

A (WBP) representa a máxima quantidade de água que um músculo pode reter, a “umidade exprimível” representa a quantidade de água que pode ser retirada da carne pelo uso de força centrífuga, por outro lado, as perdas por gotejamento representam a quantidade de água liberada pela força da gravidade (OWENS et al., 2000; ANADÓN, 2002).

Considerando-se a água total retida na carne, cerca de 88 a 95% da mesma é mantida intracelularmente entre os espaços dos filamentos de actina e miosina. Fatores como pH, comprimento do sarcômero, pressão osmótica, concentração de lactato e desenvolvimento do *rigor mortis* influenciam a capacidade de retenção de água devido a alterações físico-químicas dos componentes intra e extracelulares da musculatura (ANADÓN, 2002).

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 (BARTON-GADE et al., 1984; 1989; OLIVER, 1991; BARTON-GADE, 1993; ALLAN 1996; Mac DOUGAL, 1996).

Essas variações na qualidade da carne ocorrem devido ao estado funcional das miofibrilas, que se encontram na célula muscular, e que constituem o principal elemento de retenção de água e luz refletida na carne. A configuração espacial das miofibrilas é particularmente sensível ao pH muscular *post-mortem* (van der WALL et al., 1995).

Além dos processos bioquímicos associados a queda do pH e ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas outro importante fator associado a redução da capacidade de retenção de água, é a diminuição do espaço físico

entre as proteínas miofibrilares durante o processo de *rigor mortis*. Durante esta etapa cátions divalentes como Ca^{++} e Mg^{++} se ligam a grupos reativos ou cadeias protéicas no sarcoplasma, reduzindo a repulsão eletrostática entre os grupos com carga negativa, diminuindo o espaço intramuscular e aumentando a quantidade de água expelida para o espaço extracelular (ANADÓN, 2002).

A contração do retículo sarcoplasmático, causando o aumento da refletância luminosa e a exsudação de fluido parece, ser o mecanismo chave no desenvolvimento da condição PSE, por outro lado, a expansão do retículo e a elevação dos valores de pH provocam uma retenção de fluidos e diminuição da refletância, caracterizando a condição DFD. Dessa forma, a relação entre a refletância interna do músculo, dada por sondas ópticas, e a solubilidade das proteínas, obtida pela espectrofotometria convencional, parece estar subordinada a processos biológicos similares ou relacionados de alguma maneira (WARRIS, 1982; PEDERSEN, 1988; KARLSSON, 1992; SILVEIRA et al., 1993).

Os valores de refletância obtidos na 1^oh. *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, (1996). Entretanto o mesmo autor admitiu que o período da 1^oh. *post-mortem* é muito cedo para determinar a condição PSE com exatidão.

Quando associou os valores de refletância com pH, o autor obteve a seguinte classificação:

pH 45min < 5,6 e refletância > 40 ⇒ PSE

pH 45min 5,6 a 5,8 e refletância de 34 a 40 ⇒ questionáveis

pH 1 hora > 5,8 e refletância < 34 ⇒ normal

A cor da carne suína é uma característica diretamente relacionada aos aspectos de qualidade, sendo determinada por dois fatores principais: A concentração e estado químico dos pigmentos hemáticos no músculo (principalmente a mioglobina) e o estado de desenvolvimento da glicólise *post-mortem*. A baixa concentração de pigmentos pode ser importante devido à tendência de palidez em carnes PSE, porém variações na concentração de pigmentos pode ocorrer também em função da idade, sexo, alimentação e genética (WARRIS et al., 1990; GARRIDO et al., 1992).

Mensurações de cor (L, a*, b*) no período de 24h *post-mortem* apresentam um bom potencial para identificar aspectos qualitativos da carne, principalmente quando os valores de luminosidade são associados aos valores de pH (CHIZZOLINI et al., 1993; GARRIDO et al., 1996).

A pequena associação entre os valores de cor nos períodos de 1^oh e 24^oh *post-mortem* sugerem que características finais de cor não podem ser observadas na 1^oh *post-mortem*, porém não resta dúvidas de que a evolução da glicólise *post-mortem* e os valores de pH podem influenciar significativamente os valores de L e b* (CHIZZOLINI et al., 1993).

Diversos autores (GARRIDO et al., 1994; CHANNON et al., 2000; JONGMAN et al., 2000; VELARDE, 2000; STROIER et al., 2001; BERTRÁN et al., 2002; CHANNON et al., 2002; FERNÁNDEZ et al., 2002; HENCKEL et al., 2002; MARGIT & BARTON-GADE, 2002; CHANNON et al., 2003; ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003; REES et al., 2003) tem se dedicado ao estudo do efeito dos sistemas de insensibilização gasoso (CO₂) e elétrico nas características qualitativas da carne suína, entretanto, a maioria das pesquisas não representa as condições de abate e linhagens genéticas de suínos utilizados no Brasil.

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar a influência do sistema de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) assim como a constituição genética dos híbridos suínos utilizados (A, B e C) nos indicadores objetivos de qualidade de carne.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 – COLETA DE DADOS NO ABATEDOURO.

O experimento 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, 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 dos animais 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 –1,5A) no mesmo frigorífico.

As genéticas suínas A, B e C avaliadas no presente estudo são bastante comercializadas em todo Brasil, portanto os lotes estudados representam o perfil genético dos animais comercializados no país, assim como as frequências de genes associados ao estresse.

Os resultados provenientes de ambas as fases experimentais foram analisados 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 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" - Release 5.0 A Copyright® Star Soft, Inc. (1984 -1995).

2.2 PERFIL GENÉTICO DOS ANIMAIS ESTUDADOS.

Embora seja impossível saber a constituição genética completa de cada um dos híbridos avaliados, pois estas informações pertencem somente às empresas que

produzem e comercializam estes animais, a presença do gene halotano foi avaliada nos híbridos (A, B e C) estudados.

Amostras do músculo *semimembranosus* (10g) de cada animal avaliado foram coletadas no período de 24 horas *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 2).

A partir das amostras carneas 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., (1991).

O produto amplificado foi digerido com a enzima de restrição Hha a 37°C por 3 horas, posteriormente uma eletroforese em gel de agarose (3%) para o gene halotano e visualização com brometo foi realizada (Figura 2).

2.3 TRANSPORTE

Os animais provenientes das genéticas A e B foram transportados por caminhões do sistema de integração do abatedouro. Todos os procedimentos de embarque, transporte e desembarque foram padronizados e estas condições foram bastante similares para os lotes fornecidos por estes produtores.

Quanto aos animais provenientes da genética C, estes foram transportados por uma distância superior às outras duas genéticas. O caminhão utilizado para o transporte destes híbridos não pertencia ao sistema de integração do frigorífico, entretanto, as características do caminhão e as dimensões da carroceria foram similares as utilizadas pelo sistema de integração. Uma visão mais detalhada das condições de transporte dos animais durante a execução do experimento pode ser realizada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Características de transporte dos animais abatidos.

Fase Experimental	Animais Abatidos	Genéticas	Período de Carregamento	Período de Transporte	Distância (granja ao frigorífico)	Granja
1	100	A e B	50 min.	2h 30min.	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	2h 30min	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	1 h 25min	50km	2
1	100	A e B	36 min	55 min	50km	2
1	100	C	-	20horas	1000 km	3
2	152	A	30 min.	1h. 30 min.	61 km	4
2	152	B	30 min.	1h	35 km	5
2	152	C	-	12horas	400 km	6

Tabela 2. Características dos caminhões do sistema de integração do frigorífico.

Tipo de Carroceria	Taxa de lotação	Capacidade máxima	Área total
Dois andares	0,42 m ² /100kg	12000 kg	50 m ² (25m ² /pisos)

2.4 DESEMBARQUE NO FRIGORÍFICO

Os animais foram desembarcados no frigorífico imediatamente após a chegada. Inicialmente o desembarque foi realizado no andar superior e posteriormente no inferior utilizando-se bastão elétrico quando necessário.

Após a pesagem do caminhão e a execução dos procedimentos de registro do frigorífico, os animais foram alojados em baias de espera por um período de 2 a 4 horas, onde receberam uma dieta hídrica durante todo o período de espera. O ajuste do caminhão à área de descanso foi realizado por uma plataforma móvel manual com um declive de aproximadamente 30^o.

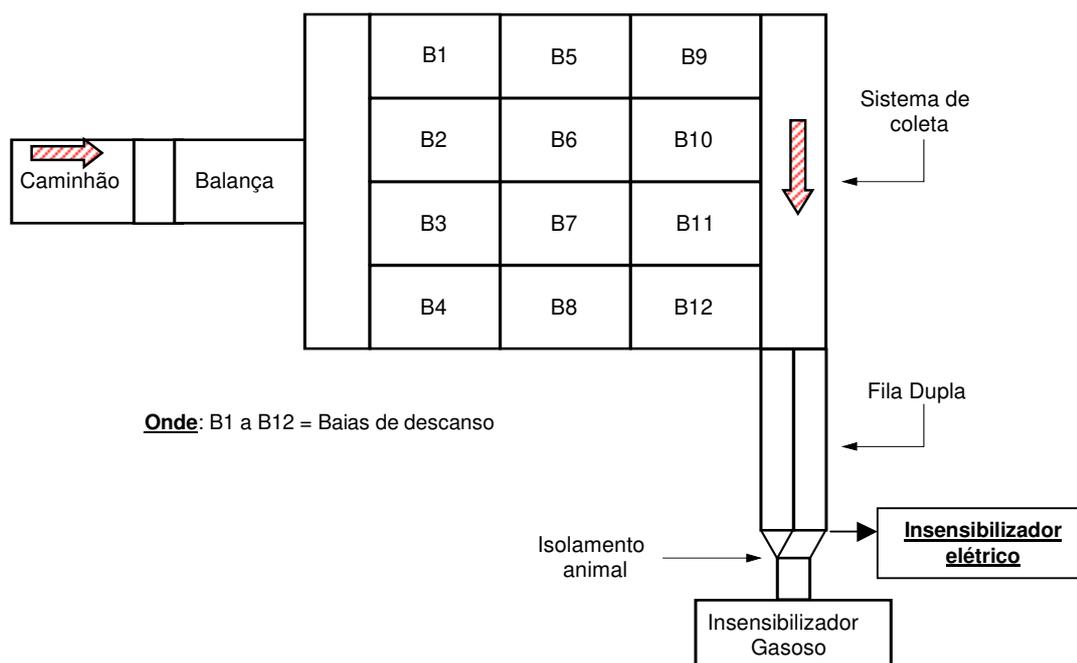
Os animais foram submetidos a um sistema de aspersão de água durante 30 minutos logo após o desembarque. Detalhes das pocilgas de espera podem ser visualizados na Tabela 3 e Figura 1.

Tabela 3. Características das pocilgas de descanso.

Área das pocilgas.	Taxa de lotação	Tempo de descanso	Equipamento utilizado para condução
16,94 m ²	0,59 m ² /100kg	2 a 4 horas	Bastão elétrico (18 a 24 volts)

2.5 MANEJO PRÉ-ABATE.

Após o período de descanso (2 a 4 horas) os animais foram movimentados para o sistema de coleta do frigorífico, utilizando-se tiras de plástico ou pano e bastão elétrico quando necessário. Na seqüência do fluxograma de abate os animais foram submetidos a uma fila “indiana paralela” e posteriormente ao isolamento em gôndolas do sistema de insensibilização gasoso (2 animais / gôndola) ou desviados para o sistema manual elétrico, como se observa na Figura 1.

**Figura 1.** Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização.

2.6 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 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 segundos, na seqüência os animais foram submetidos a uma sangria vertical.

2.7 SISTEMA DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO.

Durante a segunda fase experimental, metade dos animais abatidos foi desviada do sistema de insensibilização gasoso (CO₂) e insensibilizados com um equipamento manual de insensibilização elétrica comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (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.

Considerando-se que a utilização de ambos os sistemas no mesmo abatedouro visou minimizar a influência de fatores que poderiam interferir na comparação dos insensibilizadores estudados (manejo pré-abate, instalações, clima e operadores), o sistema elétrico de insensibilização utilizado atendeu aos objetivos do estudo.

2.8 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 $\pm 0,01$ 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^o hora *post-mortem*.

2.9 MENSURAÇÕES DE COR (L, a*, b*).

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

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

2.10 MENSURAÇÕES DE PERDA POR EXSUDAÇÃO.

No período de 24h *post-mortem* procedeu-se o espostejamento das carcaças. Amostras do músculo *longissimus dorsi* foram retiradas na região entre a 8^o e 10^o vértebras torácicas com o objetivo de determinar a perda por exsudação, segundo a metodologia descrita por RASMUSSEN & ANDERSON, (1996).

2.11 MENSURAÇÕES DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).

A capacidade de retenção de água foi realizada empregando-se a metodologia descrita por GRAU & HAMM (1954) e modificada por HOFMANN et al.,(1982) onde amostras de 0,5(g) ± 0,0005 do músculo *longissimus dorsi* foram retiradas das carcaças no período de 24 horas *post-mortem* e posteriormente prensadas (500 lbs/pol²) entre dois discos de papel filtro Wathman n^o 2 e placas de plexiglass durante 2 minutos, utilizando-se prensa manual hidráulica da marca Solotest, modelo 511.

2.12 MENSURAÇÕES DA REFLECTÂNCIA MUSCULAR INTERNA.

As mensurações de refletância interna foram realizadas com o sistema Hennessy GP4 de tipificação de carcaças com comprimento de onda de 586 a 590 nm, FWHM= 45nm e IF= 20 Ma.

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

2.13 MENSURAÇÕES DA “UMIDADE EXPRIMIVEL”.

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

As porções carneas foram descongeladas a 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, (1981), 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 4 volumes de tampão fosfato de sódio (0,05M, 0,1M NaCL pH 7,0) e efetuou-se a homogeneização em liquidificador durante 30 segundos. A seguir, realizou-se a extração durante uma hora, sob refrigeração, usando agitador de velocidade variável da marca Tecnal modelo TE-039/1, operando entre 1200 e 1600 rpm. Centrifugou-se durante 20 minutos a 6000 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 4 volumes de tampão – fosfato de sódio (0,05M, 0,1M NaCL pH 7,0) por uma hora, sob resfriamento. Centrifugou-se novamente a 6000 rpm durante 20 minutos sob refrigeração. Descartou-se o sobrenadante e adicionou-se ao decantado 1/3 de seu peso, equivalente de tampão fosfato de sódio (0,05M, 2,4M NaCL pH 7,0) sob agitação para dispersar o resíduo. Adicionaram-se 2 volumes de tampão fosfato de sódio (0,05M, 0,6M NaCL pH 7,0) e foram extraídas como anteriormente por uma hora. Centrifugou-se durante 15 minutos a 12000 rpm sob refrigeração e descartou-se o

decantado (proteínas insolúveis) e a seguir, adicionou-se sob agitação 4 volumes de água destilada gelada ao sobrenadante, Centrifugou-se novamente sob refrigeração durante 35 minutos a 12000 rpm.

Após o isolamento do extrato miofibrilar, a porcentagem de “umidade exprimível” foi determinada seguindo-se a metodologia descrita por JAUREGUI et al., (1981), com algumas modificações.

Após o isolamento, um grama do extrato miofibrilar foi pesado sobre uma folha de papel filtro Whatman nº 40 Ø 90mm em balança analítica. O papel filtro contendo a amostra foi dobrado na forma de um cartucho e centrifugado durante 15 minutos a 3000 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 calculo da “umidade exprimível” foi obtido pela seguinte equação: % Umidade Exprimível = $[(P1 - P2) / P3] \times 100$, onde P1= Peso final do papel filtro, P2= Peso inicial do papel filtro e P3= Peso da amostra.

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

3.1 CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DO LOTE ESTUDADO

Observa-se nas Tabelas 4, 5, 6, e 7 que os lotes experimentais estudados foram padronizados para peso e porcentagem de carne magra, em ambos as fases experimentais, na tentativa de minimizar o erro experimental e obter resultados mais consistentes.

Tabela 4. Peso (kg) das carcaças provenientes da primeira fase experimental.

Genética	Sexo	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv.Padrão	Erro Padrão
A	M	22	91,33	72,60	107,40	68,89	8,30	1,77
A	F	18	87,24	75,80	97,20	45,81	6,77	1,60
B	M	37	92,78	75,60	105,00	53,32	7,30	1,20
B	F	71	87,28	72,00	102,60	44,51	6,67	0,79
C	M	45	80,07	66,40	95,00	43,25	6,58	0,98
C	F	29	74,27	54,80	86,20	44,30	6,66	1,24

Tabela 5. Porcentagem de carne magra das carcaças provenientes da primeira fase experimental.

Genética	Sexo	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv.Padrão	Erro Padrão
A	M	14	53,88	50,70	59,70	7,99	2,83	0,76
A	F	9	55,43	51,40	57,70	4,14	2,03	0,68
B	M	26	54,63	49,00	60,00	7,34	2,71	0,53
B	F	61	57,05	49,20	60,80	6,18	2,49	0,32
C	M	45	51,00	38,10	58,40	18,20	4,27	0,64
C	F	29	52,85	41,80	58,50	16,91	4,11	0,76

Tabela 6. Peso (kg) das carcaças provenientes da segunda fase experimental.

Genética	Sexo	SI	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
A	M	CO2	36	85,32	70,40	98,40	55,90	7,48	1,25
A	F	CO2	41	85,32	73,80	105,80	48,68	6,98	1,09
B	M	CO2	22	82,47	66,60	94,00	37,45	6,12	1,30
B	F	CO2	47	86,99	67,20	102,40	55,61	7,46	1,09
C	M	CO2	46	83,74	70,20	100,60	53,14	7,29	1,07
C	F	CO2	30	85,72	66,20	102,20	81,28	9,02	1,65
A	M	EL	33	83,65	66,40	99,40	60,79	7,80	1,36
A	F	EL	31	85,68	73,20	102,40	58,99	7,68	1,38
B	M	EL	22	86,76	74,00	102,60	49,67	7,05	1,50
B	F	EL	45	84,23	68,00	101,20	45,29	6,73	1,00
C	M	EL	35	84,88	68,80	99,80	62,41	7,90	1,34
C	F	EL	36	86,17	72,00	100,60	53,24	7,30	1,22

ONDE: G= Genética; S= Sexo; N= Numero; Mens. = Mensuração

Tabela 7. Porcentagem de carne magra das carcaças provenientes da segunda fase experimental.

Genética	Sexo	SI	N	Média	Mínimo	Maximo	Variância	Desv. Padrão	Erro Padrão
A	M	CO2	36	53,30	49,40	60,10	6,60	2,57	0,43
A	F	CO2	41	53,52	44,90	66,50	14,12	3,76	0,59
B	M	CO2	22	55,20	45,50	61,60	15,59	3,95	0,84
B	F	CO2	47	55,43	49,20	59,80	6,34	2,52	0,37
C	M	CO2	46	54,33	48,10	58,90	5,81	2,41	0,36
C	F	CO2	30	55,21	49,50	61,10	8,00	2,83	0,52
A	M	EL	33	53,30	48,70	58,50	5,23	2,29	0,40
A	F	EL	31	54,12	43,80	59,30	11,79	3,43	0,62
B	M	EL	22	54,40	48,00	59,70	11,44	3,38	0,72
B	F	EL	45	55,37	39,90	60,30	15,10	3,89	0,58
C	M	EL	35	53,35	47,60	58,70	7,32	2,71	0,46
C	F	EL	36	54,65	49,60	60,30	9,53	3,09	0,51

ONDE: G= Genética; S= Sexo; N= Numero; Mens. = Mensuração; %CM = Porcentagem de carne magra

3.2. VALORES DE pH.

Observa-se nas Tabelas 9, 10 e 11 quando os dados obtidos foram analisados separadamente para cada genética, a ausência de variações significativas nos valores de pH 24h *pm* em ambos os sistemas de insensibilização avaliados para os híbridos A, B e C, com exceção dos valores de pH 24h *pm* mensurados na região da sobrepaleta (SC) para os híbridos A, onde o sistema gasoso apresentou menores índices ($p \leq 0,039$) quando comparado ao sistema elétrico de insensibilização e demonstrou menor probabilidade do desenvolvimento da condição DFD. Resultados similares foram encontrados por GARRIDO et al., (1994); HENCKEL, (1998); VELARDE et al., (2000); BERTRAN et al., (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER., (2003); RESS et al., (2003).

Observa-se na Tabela 8 uma discreta superioridade qualitativa do sistema gasoso (CO₂) nos valores de pH 24h *pm* ($p \leq 0,05$) mensurados no pernil (*sm*) e sobrepaleta (*sc*) em relação ao sistema elétrico, entretanto esta diferença pode ser fruto de um confundimento entre a genética suína e o sistema de insensibilização, visto que na Tabela 8 todas as genéticas foram avaliadas conjuntamente.

Comparando a velocidade de redução do pH de suínos submetidos aos sistemas elétrico e gasoso (CO₂) de insensibilização, vários autores: GARRIDO et al., (1994); HENCKEL, (1998); VELARDE, (2000); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003); REES et al., (2003), observaram que o sistema gasoso de insensibilização tende a apresentar uma queda menos acentuada dos valores de pH durante as seis primeiras horas *post-mortem* em comparação ao sistema elétrico de insensibilização.

Segundo STOIER et al., (2001), 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.

HENCKEL, (1998); ALLISON et al., (2003) 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.

No presente estudo variações na concentração plasmática de lactato foram encontradas quando se comparou os sistemas elétrico e gasoso de insensibilização porém esta variação não se correlacionou com os valores de pH 24h *pm* encontrados em todos os híbridos avaliados, como se observa no capítulo 2, corroborando com os resultados obtidos por HENCKEL, (1998); ALLISON et al., (2003).

Valores de perda por exsudação (Drip Loss) obtidos no presente estudo seguiram o mesmo comportamento dos valores de pH em todos os tratamentos.

Os valores de pH 24h *post-mortem* provenientes dos híbridos A, B e C submetidos ao sistema de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) são apresentados nas Tabelas 12 e 13.

Dentre as genéticas suínas avaliadas os híbridos A, quando submetidos ao sistema gasoso de insensibilização, apresentaram os melhores valores de pH 24h *pm* no pernil (*sm*) (5,83) seguido dos híbridos B (5,74) e C (5,65) com se observa na Tabela 12.

Utilizando-se o sistema de insensibilização elétrico os valores de pH 24h *pm* mensurados no pernil seguiram o mesmo comportamento dos suínos submetidos ao sistema gasoso, ou seja, os melhores valores médios de pH 24h *pm* mensurados no pernil (SM) foram obtidos nos híbridos A (5,78) seguidos dos híbridos B (5,68) e C (5,67) como se observa na Tabela 12.

Quanto aos valores de pH 24h *pm* mensurados na sobrepaleta (*sc*), os híbridos B apresentaram pequena diferença em comparação aos híbridos A e C, quando submetidos ao sistema elétrico de insensibilização, entretanto, quando o sistema gasoso foi utilizado nenhuma diferença significativa foi observada entre os híbridos avaliados (Tabelas 12 e 13).

Diferenças significativas nos valores de pH 24h *pm* de diferentes híbridos suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico ou gasoso também foram encontradas por outros pesquisadores (CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000; ROSENVOLD & ANDERSON, 2003).

Embora tenham ocorrido, no presente estudo, algumas variações nos valores de pH 24h *pm* entre machos e fêmeas, nenhuma diferença significativa foi encontrada quando se considerou o sexo como efeito principal em todos os locais e períodos *post-mortem* avaliados.

Diferenças nos valores de pH mensurados na sobrepaleta (SC) no período de 24h *post-mortem* foram mais expressivas nos híbridos submetidos ao sistema elétrico (Tabela 8), apresentando valores médios de $6,24 \pm 0,18$ contra $6,09 \pm 0,27$ ($p \leq 0,001$) para o sistema gasoso, indicando que o sistema elétrico proporcionou maior gasto energético e maior probabilidade do desenvolvimento da condição DFD, corroborando com os níveis sanguíneos de creatina fosfoquinase, lactato e cortisol obtidos nestes animais, como se observa no capítulo 2.

3.3 VALORES DE COR.

Avaliando-se as mensurações objetivas de cor realizadas na primeira e segunda fases experimentais conjuntamente, observa-se uma pequena diferença significativa nos valores (L) dos híbridos submetidos ao sistema elétrico e gasoso, porem, uma diferença mais expressiva entre os dois sistemas foi observada quando os valores (b^*) foram considerados (Tabela 8).

Suínos submetidos ao sistema gasoso apresentaram uma maior concentração de pigmentos amarelos (b^*) com média de $7,12 \pm 1,75$ contra $5,74 \pm 1,40$ para o sistema elétrico como se observa na Tabela 8, por outro lado, o mesmo não

ocorreu quando as mensurações relativas aos pigmentos vermelhos (a^*) foram avaliadas em ambos os sistemas de insensibilização.

Diferenças significativas nos valores de cor objetiva (L , a^* , b^*) entre as diferentes genéticas estudadas foram encontradas quando o sistema gasoso foi utilizado. Neste sistema de insensibilização, os híbridos A e B diferiram dos híbridos C por apresentarem um elevado valor de luminosidade e alta concentração de pigmentos amarelos (b^*) como se observa na Tabela 12. Quando o sistema elétrico de insensibilização foi utilizado a mesma tendência foi observada nos suínos provenientes das genéticas A e B, quando comparados aos híbridos C, porem sem significância estatística.

Por outro lado, os híbridos C foram os animais que apresentaram os menores índices de luminosidade (L) e a maior concentração de pigmentos vermelhos (a^*) quando submetidos aos sistemas de insensibilização estudados (Tabelas 12 e 13). 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 cor objetiva obtidos no presente estudo, se observa que embora os híbridos A tenham apresentado maior tendência à palidez quando comparados as outras genéticas estudadas, valores normais de pH 24h *post-mortem* mensurados no pernil (*sm*) e sobrepaleta (*sc*) foram encontrados nos suínos provenientes desta genética.

Mensurações de cor objetiva têm sido utilizadas por vários autores como: GARRIDO et al., (1994); KERSTIN, ANDERSON & HANSSON, (1996); HENCKEL, (1998); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); FERNANDEZ et al., (2002); MARGIT & BARTON-GADE, (2002); ALLISON et al., (2003); REES et al., (2003), na tentativa de prever a qualidade da carne suína quando aspectos relacionados ao bem estar e sistemas de insensibilização são avaliados.

Suínos portadores dos genótipos (Nn) e (nn) tendem apresentar carnes com altos índices de luminosidade em comparação aos suínos (NN) como demonstram os estudos realizados por: KOCWIN-PODSIADLA et al., (1995); KERSTIN,

ANDERSON & HANSSON, (1996); FERNANDEZ et al., (2002); ROSENVOLD & ANDERSEN, (2003). 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.

A elevação dos valores de luminosidade proveniente dos híbridos B, no presente estudo, pode ter ocorrido em função da presença do genótipo (Nn), visto que os suínos provenientes desta genética apresentaram valores de luminosidade relativamente elevados quando comparados aos híbridos C (Tabelas 12 e 13).

Em uma amostragem dos animais estudados, observou-se a presença do genótipo (Nn) nos suínos provenientes da genética B (Figura 2), entretanto, não se observou a influência desta constituição nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível”.

3.4 VALORES DE PERDA POR EXSUDAÇÃO.

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 perda por exsudação (drip loss) no presente estudo com se observa nas Tabelas 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

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., (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003); REES et al., (2003). Quando o efeito do sistema elétrico foi associado à presença dos genótipos (Nn) e (nn), as perdas por exsudação tenderam a se intensificar como demonstram os estudos realizados por: SUTTON et al., (1996); van der WAL, ENGEL & REIMERT, (1999); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2000); ROSENVOLD & ANDERSEN, (2003). Entretanto significativas perdas por exsudação no presente estudo não foram

observadas como já reportado, corroborando com os estudos de GARRIDO et al., (1994); ALLISON et al., (2003).

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, TROEGER & WOLTERS DORF, (1990); LAMBOOIJ et al., (1996); NICOLE et al., (1996); FRANQUEZA et al., (1998); MARIBO et al., (1998); von WENZAWOWICZ et al., (1999); ANIL, WHITTINGTON & MCKINSTRY, (2000); JONGMAN, BARNETT & HEMSWORTH, (2000); BARTON-GADE, (2002); HENCKEL et al., (2002), relatam a existência de uma forte associação entre o manejo pré-abate, sistema de insensibilização e constituição genética nas características qualitativas da carne suína.

3.5 VALORES DE CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA).

Comparando os resultados de CRA obtidos durante a realização da primeira e segunda fase experimental conjuntamente, 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 8, 9, 10, 11, 12, e 13) 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., 1982).

Esta redução nos valores de CRA poder ter ocorrido devido a grande manipulação que as amostras carneas sofreram durante as etapas que antecederam a determinação da CRA, como por exemplo: as mensurações de cor, pH, salpicamento 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 foram observadas por GARRIDO et al., (1994); ALLISON et al., (2003).

3.6 VALORES DA REFLECTÂNCIA MUSCULAR INTERNA.

Avaliando-se os valores de reflectância luminosa interna obtidos no presente estudo, observa-se que o sistema elétrico apresentou valores médio inferiores ao sistema gasoso em ambos os períodos *post-mortem* estudados, entretanto estes dados foram influenciados tanto pelo sistema de insensibilização como pela constituição genética dos híbridos avaliados (Tabela 8).

Quando os dados obtidos foram analisados separadamente para cada genética como se observa nas Tabelas 9, 10 e 11 o mesmo comportamento ocorreu, ou seja, os suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) apresentaram níveis significativamente superiores de luminosidade aos 45 min. e na vigésima quarta hora *post-mortem*, exceto os híbridos C, onde o comportamento inverso foi observado. Embora o sistema gasoso tenha proporcionado uma pequena elevação nos valores de reflectância 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.

Considerando-se os valores de cor (L, a*, b*) mensurados nos híbridos A no período de 24h *post-mortem*, conclui-se que esta genética possui uma característica específica de menor deposição de pigmentos em relação às genéticas B e C, como se observa nas Tabelas 9, 10 e 11.

Desta forma, para os híbridos A a elevação dos valores de reflectância luminosa interna não significou necessariamente uma diminuição na capacidade de retenção de água, o que pode ser corroborado pelos valores de pH obtidos nos

híbridos provenientes desta genética em ambas as fases experimentais realizadas.

Ausência de significância estatística nos valores de reflectância luminosa interna proveniente de suínos submetidos ao sistema elétrico e gasoso de insensibilização foi relatado por GARRIDO et al., (1994); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002).

3.7 VALORES DE “UMIDADE EXPRIMIVEL”.

Os valores referentes às determinações da “umidade expremível” (expressible moisture), provenientes dos híbridos A, B e C, submetidos aos sistemas elétrico e gasoso de insensibilização, podem ser visualizados nas Tabelas 8, 12 e 13.

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 genética ou o sistema de insensibilização como fator principal, corroborando com os estudos de GARRIDO et al., (1994); ALLISON et al., (2003).

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., (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003); REES et al., (2003), entretanto muitos estudos podem ter sofrido interferência de outros fatores como constituição genética, manejo pré-abate e modelo do insensibilizador utilizado , como já reportado.

Tabela 8.

Média, desvio padrão e numero das mensurações de qualidade de suínos submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização.

VARIÁVEL	N	Gas (CO ₂)	N	Elétrico	Valor (p)	MSE
L	149	45.61 ± 5.42	68	43.51 ± 5.87	0.01072*	30.9266
a*	149	0.37 ± 0.90	68	0.59 ± 1.15	0.1285	0.965089
b*	149	7.12 ± 1.75	68	5.74 ± 1.40	3.03x10 ⁻⁸ ***	2.715223
pH24SM	134	5.76 ± 0.18	68	5.71 ± 0.17	0.0402*	0.31566
pH24SC	88	6.09 ± 0.27	42	6.24 ± 0.18	0.001837***	0.059696
HGP45 LD	374	37.92 ± 6.67	202	33.97 ± 3.81	2.56x10 ⁻¹³	36.6265
HGP24 LD	202	87.61 ± 10.51	150	83.76 ± 14.23	0.038*	149.71
% Exsudação 3 ⁰ C	72	5.23 ± 1.56	70	5.55 ± 1.67	0.2374	2.5979
CRA	68	0.283 ± 0.053	155	0.280 ± 0.046	0.6995	0.002598
%UE	16	59.85± 13.93	17	54.55±15.03	0.302463	210.4706

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância Luminosa Interna – Hennessy GP4), SM (Músculo *Semimembranosus*), SC (*Semispinalis capitis*), Músculo Ss LD (Músculo *L. dorsii*), 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

Tabela 9.

Média, desvio padrão e numero das mensurações qualitativas provenientes dos híbridos A submetidos ao sistema gasoso (CO₂) e elétrico de insensibilização.

VARIÁVEL	Sistema de Insensibilização				MSE
	N	Gas (CO ₂)	Elétrico	Valor (p)	
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 ⁰ 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

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância Luminosa Interna – Hennessy GP4), SM (Músculo *Semimembranosus*), SC (*Semispinalis capitis*), LD (Músculo *L. dorsii*), 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 10.

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

VARIÁVEL	N	Sistema de Insensibilização		Valor (p)	MSE
		Gas (CO ₂)	Elétrico		
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 ⁰ 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

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância 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 11.

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

VARIÁVEL	N	Sistema de Insensibilização		Valor (p)	MSE
		Gas (CO ₂)	Elétrico		
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 ⁰ 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

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância 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 12.

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^oC	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), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância 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 13.

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

VARIÁVEL	N	HÍBRIDO		HÍBRIDO		HÍBRIDO		Valor (p)	MSE
		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^oC	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	

Onde: CRA (Capacidade de Retenção de Água), Drip Loss (Perda por Exsudação), HGP (Reflectância 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).

4.0 CONCLUSÕES.

O presente estudo permite as seguintes conclusões:

- Diferenças significativas nos valores médios de luminosidade superficial (L), valores (b^*), pH 24h *pm* no pernil (*sm*), pH 24h *pm* na sobrepaleta (*sc*), reflectância luminosa interna 45min. *pm* e reflectância luminosa interna 24h *pm* foram encontradas quando se comparou os sistemas de insensibilização gasoso e elétrico.
- O sistema de insensibilização gasoso apresentou ligeira vantagem em relação ao pH 24h *pm* do pernil (*sm*) ($5,76 \pm 0,18$) e sobrepaleta (*sc*) ($6,09 \pm 0,27$) quando comparado ao elétrico ($5,71 \pm 0,17$) e ($6,24 \pm 0,18$) respectivamente, entretanto nenhuma diferença significativa nos valores de capacidade de retenção de água, perda por exsudação e “umidade exprimível” foi observada quando os sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) foram comparados
- A constituição genética dos híbridos avaliados influenciou os valores médios de luminosidade superficial (L), valores (b^*), pH 24h *pm* do pernil (*sm*) , reflectância luminosa interna 45 min. *pm* e reflectância luminosa interna 24h *pm* quando o sistema gasoso foi utilizado para todos os híbridos estudados.
- Em relação ao sistema de insensibilização elétrico a constituição genética dos híbridos influenciou significativamente os valores de pH do pernil (*sm*) 24h *pm* , pH da sobrepaleta (*sc*) 24h *pm*, reflectância luminosa interna 45 min. *pm* e reflectância luminosa interna 24h *pm* .
- As diferenças nos valores médios de cor (L, a^* , b^*), pH 24h *pm* no pernil (*sm*) e sobrepaleta (*sc*), assim como os valores de reflectância luminosa interna obtidos nos híbridos A, B e C, quando submetidos aos sistemas de insensibilização estudados não foram suficientes para influenciar os valores de capacidade de retenção de água e umidade exprimível” entre os mesmos.

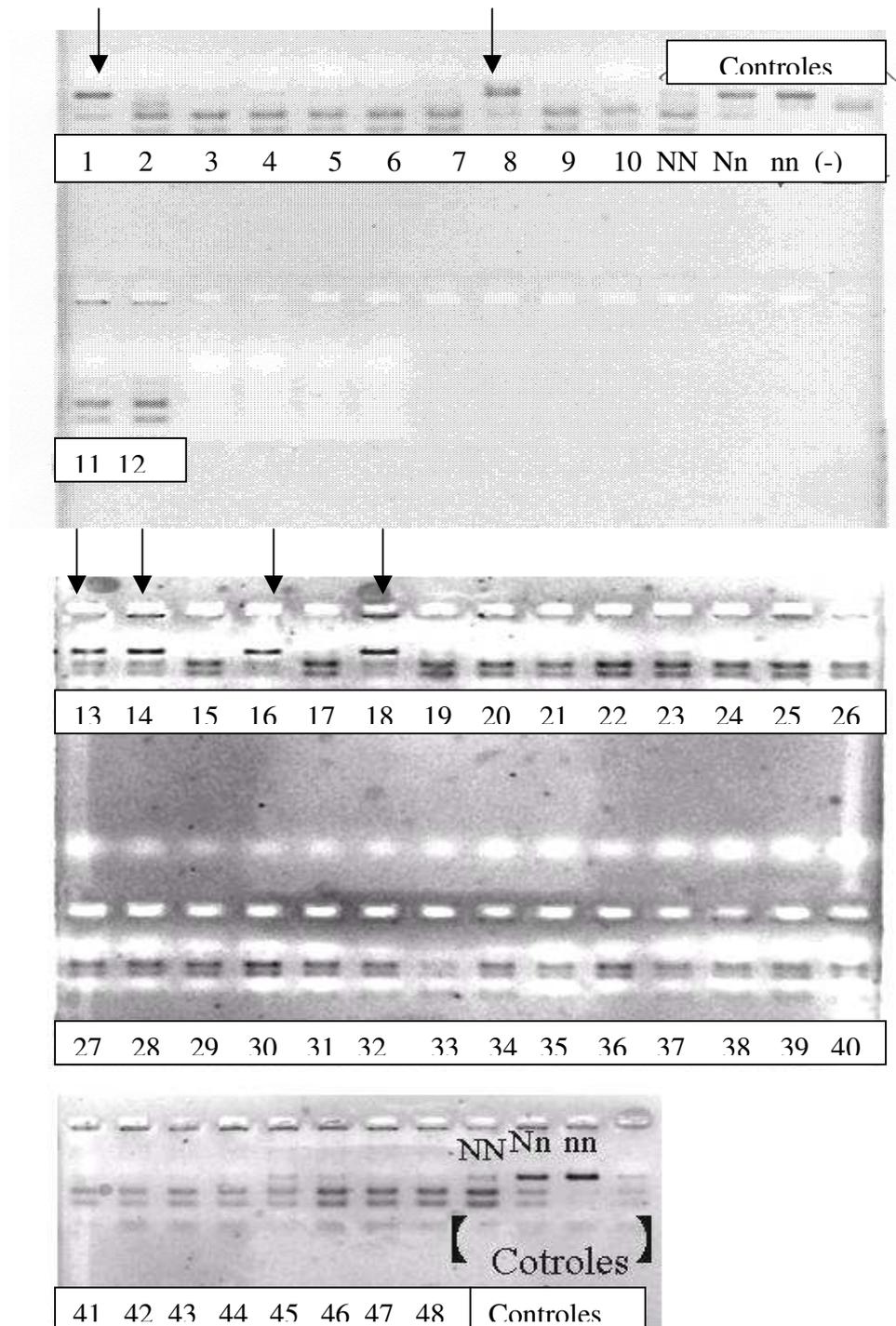


Figura 2 Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese. , onde ↓ = genótipo (Nn).

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ALLAN, J. Calibration of the Hennessy GP4 meat probe and drip loss in pork. **Poseidon Consulting**, Auckland, 1996. 14p.
2. ANADÓN, H.L.S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. 2002, 181p, PhD Dissertation. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/thesis>>. Acesso em: 20/Nov/2004.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. BARTON-GADE, P. Methods of assessing meat quality, **Danish Meat Research Institute**, Roskilde, 6p, 1993. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
7. 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.1105 -1110, 1989.

8. 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](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
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](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. 1325-1333, 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. 1095-1102, 1981.
17. EIKELENBOOM, G., HOVING-BOLINK, A. H., van der Wal, The eating quality of pork. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 76, n.4, p. 392-393, 1996.
18. FERNANDEZ, 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. 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
21. GARRIDO, M. D., PEDAUYÉ, J., BAÑÓN, S. & LAENCINA, J. Detection PSE meat and influence of haem pigment concentration. **38th International Congress of Meat Science and Technology**, Clermont-Ferrand, v.5, p. 903-905, 1992.

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**, vol. 34, p.36-39, 1954.
25. HENCKEL, P. Influence of stunning method on pH-decrease and meat quality. SLAGTERIERNES FORSKNING SINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1413E, 1998. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](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**, vol. 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.1271-1273, 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, P. H. 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](http://www.karl-schermer.de) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
32. KARLSSON, A. The use of principal component analysis (PCA) for evaluating results from pig meat quality measurements. **Meat Science**, Barking, v.31, n.4, p. 423-433, 1992.
33. KAUFFMAN, R. G., SYBESMA, W., SMULDERS, F. J. M., EIKELENBOOM, G. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**, Barking, v.34, p. 283-300, 1993.
34. 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, 145-153, 1996.
35. 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.

36. 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.1327-1328, 1996.
37. 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.
38. MARIBO, H., OLSEN, E. V., BARTON GADE, P., MOLLER, A. J. M., KARLSSON, 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.
39. 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
40. NICOLINE, A. G., ENGEL, B., LAMBOOIJ, E., WIEGANT, M. V. Observations on behavior and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. **Applied Animal Behavior Science**, v. 50, p.1-13, 1996.
41. 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.
42. OWENS, C. M., HIRSCHLER, E. M., McKEE, S. R., MARTINEZ-DAWSON, R. & SAMS, A. R. The characterization and incidence of pale, soft, exsudative turkey meat in a commercial plant. **Poultry Science**, v.79, p.553-558, 2000.
43. PEDERSEN, O. K. Present conditions and perspectives of pig carcass evaluation and commercial grading in: **INTERNATIONAL MEETING ON PIG CARCASS AND MEAT QUALITY**. Reggio Emilia, Itália, Proceedings, 1988.

44. 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.
45. 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.
46. ROSENVOLD, K. & ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality - a review. **Meat Science**, v.64, p. 219-237, 2003.
47. SILVEIRA, E T.F. & RODRIGUES, A. Avaliação objetiva de carcaças suínas e suas relações com a qualidade da carne suína. **Colet . ITAL**, Campinas, v.23, n.2, p. 123-137, 1993.
48. 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.
49. STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright stasoft, inc 1984-1995
50. 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.
51. TROEGER, K. & WOTERSDORF, W. Electrical stunning and meat quality in the pig. **Fleischwirtschaft**, v. 70, n. 8, p. 901-904, 1990.

52. 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.
53. 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.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. WARRIS, P. D. The relationship between pH 45min and drip in pig muscle. **Journal of Food Technology**, London, v.17, p. 573-578, 1982.
58. WARRIS, P. D., BROWN, S. N., ADAMS, S. J. M. Variation in haem pigment concentration and color in meat from british pigs. **Meat Science**, Barking, v.28, p.321-329, 1990.

CAPITULO 4

Avaliação de diferentes híbridos suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂). Parte 3 - Mensurações visuais de qualidade.

William Bertoloni¹; Expedito Tadeu Facco Silveira²

¹University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

²Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil. e-mail: tfacco@ital.org.br - PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP

RESUMO

Suínos provenientes de três genéticas (A, B e C) amplamente comercializadas no Brasil com peso vivo de 100 a 120 kg foram submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ e 1,4 –1,5A) e ao sistema gasoso modelo COMBI (90 % de CO₂) coletivo do tipo compacto comercializado e produzido pela empresa dinamarquesa BUTINA, no mesmo abatedouro.

Comparando-se os sistemas elétrico e gasoso de insensibilização independentemente da genética suína estudada, o sistema manual elétrico apresentou índices médios de salpicamento significativamente superiores nas regiões do coxão mole (0,477 e 0,26, $p \leq 0,008$), paleta / cranial (0,154 e 0,039, $p \leq 0,003$), paleta / central (0,261 e 0,052, $p \leq 0,0002$), paleta / caudal (0,180 e 0,030, $p \leq 0,002$), lombo / central (0,185 e 0,065, $p \leq 0,01$), lombo / caudal (0,06 e 0,207, $p < 0,01$) e lombo / lateral externa (0,061 e 0,013, $p \leq 0,04$).

Considerando-se a extensão da musculatura atingida pelo salpicamento, comportamento similar ao encontrado nos índices de intensidade foi observado, ou seja, o sistema manual elétrico apresentou salpicamento mais difuso nas regiões do coxão mole (0,461 e 0,279, $p \leq 0,03$), paleta / cranial (0,154 e 0,039, $p \leq 0,003$), paleta / central (0,231 e 0,039, $p \leq 0,00002$) e paleta / caudal (0,185 e 0,026, $p \leq 0,0008$) quando comparado ao sistema gasoso coletivo.

Pequeno efeito da constituição genética foi observado na intensidade (x) e área da musculatura atingida pelo salpicamento (y), quando os híbridos (A, B e C) foram submetidos ao mesmo sistema de insensibilização.

Maiores índices de escoriações da pele nas regiões da paleta (1,098 e 0,795, $p \leq 0,0000001$), corpo (1,04 e 0,948, $p \leq 0,04$) e pernil (0,84 e 0,68, $p \leq 0,001$) foram obtidos quando o sistema de insensibilização manual elétrico foi utilizado em comparação ao sistema coletivo gasoso.

Nenhuma diferença significativa foi obtida quando se considerou a genética como efeito principal para os índices de escoriações da pele dos híbridos A, B e C insensibilizados como o mesmo sistema.

Maiores índices de reflexo palpebral mensurados no período médio de 30 segundos após a insensibilização foram obtidos nos suínos submetidos ao sistema elétrico (11,57%) em comparação aos submetidos ao sistema gasoso (2,86%) em um total de 426 suínos avaliados, demonstrando que o sistema manual elétrico foi menos eficaz e proporcionou um nível de narcose inferior em relação ao sistema gasoso durante a sangria.

Pequenos índices de fraturas ósseas ($< 1\%$) e contusões musculares ($< 2,5\%$) de um total de 137 suínos avaliados foram obtidos quando se utilizou ambos os sistemas de insensibilização para todas as genéticas estudadas.

PALAVRAS – CHAVE: Sistemas de Insensibilização, Bem-Estar, Qualidade.

Evaluation of different swine breeds submitted to the electric and gaseous (CO₂) stunning systems Part 3 - Visual quality mensurations .

William Bertoloni¹; Expedito Tadeu Facco Silveira²

¹University of Campinas, UNICAMP, Campinas / Brazil, e-mail: bt.william@ig.com.br;

²Meat Technology Center, ITAL. Av. Brasil, 2880. Campinas, 13073-001. São Paulo, Brazil.e-mail: tfacco@ital.org.br - PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP

SUMMARY

Pigs from three breeds (A, B and C) thoroughly marketed in Brazil with live weight varying from 100 to 120 kg were submitted to the manual electric stunning system marketed and produced by the company Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ and 1,4 .1,5A) and the collective gaseous system (90% of CO₂) compact type, marketed and produced by the Danish company BUTINA in the same slaughterhouse.

Comparing the electric and gaseous systems of stunning independently of the breeds studied, the manual electric system presented blood splashed levels significantly superiors in the areas of the inside round (0,477 and 0,26, $p \leq 0,008$), shoulder / cranial (0,154 and 0,039, $p \leq 0,003$), shoulder / central (0,261 and 0,052, $p \leq 0,0002$), palette / caudal (0,180 and 0,030, $p \leq 0,002$), 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, $p \leq 0,04$).

Considering the extension of the damaged musculature by the blood splashed the manual electric system also presented more diffuse blood splashed in the areas of inside round (0,461 and 0,279, $p \leq 0,03$), shoulder / cranial (0,154 and 0,039, $p \leq 0,003$), shoulder / central (0,231 and 0,039, $p \leq 0,00002$) and shoulder / caudal (0,185 and 0,026, $p \leq 0,0008$) when compared to the collective gaseous system.

Small effect of genetic background was observed in the intensity (x) and extension of damaged muscle by the blood splashed (y) when the hybrids (A, B and C) was stunned with the same system.

Larger skin damage levels in the areas of the shoulder (1,098 and 0,795, $p \leq 0,0000001$), body (1,04 and 0,948, $p \leq 0,04$) and ham (0,84 and 0,68 , $p \leq 0,001$)

were obtained when the electric manual system was used in comparison on the collective gaseous system.

No significant difference was obtained when was considered the genetic background as main effect for the skin damage levels of the hybrids A, B and C stunned with the same system.

Larger eyelid reflex levels measured in the period of 30 seconds after the stunning, were obtained from the pigs submitted to the electric manual system (11,57%) in comparison with the gaseous collective system (CO₂) (2,86%) in a total of 426 hybrids, demonstrating that the manual electric system was less effective and provided a small narcosis level in comparison on the gaseous system during the bleeding.

Small levels of bone fractures (<1%) and muscular bruises (< 2,5%) of a total of 137 hybrids were obtained when both stunning systems were utilized for all the hybrids studied.

KEYWORDS: Stunning System, Animal Welfare, Meat Quality

1. INTRODUÇÃO

O estudo dos índices de salpicamento da musculatura, escoriações da pele e fraturas ósseas tem sido realizado por diversos autores como: WOTTON et al., (1992); HUNTER et al., (1994); GEVERINK et al.,(1996); BARTON-GADE, (1997); CHRISTENSEN & BARTON-GADE, (1997); BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1998); FAUCITANO, et al., (1998); FRANQUEZA et al., (1998); GUISE et al., (1998); VELARDE et al., (1998); WARRIS et al., (1998bc); BARTON-GADE, (1999ab); BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1999); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2000); GISPERT et al., (2000); MURRAY, (2000); VELARDE et al., (2000); STROIER et al., (2001); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003), 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.

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 deve 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 (HOLST, 1997 e 1999).

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 ao tipo de carroceria; desembarque inadequado dos animais no frigorífico e mistura de diferentes grupos sociais; período de descanso muito longo (> 2 horas); constituição genética; sistema de coleta e insensibilização deficientes no frigorífico (CHEVILON, 2000; FAUCITANO, 2000; MURRAY, 2000).

Índices de escoriações da pele estão associados com níveis plasmáticos de cortisol e creatina fosfoquinase (CPK), dois importantes indicadores sanguíneos de estresse e condição DFD, por outro lado, segundo WARRIS et al., (1998a),

indicadores de obtenção de energia por via anaeróbica como por exemplo lactato, apresentam pequena associação com esta característica qualitativa. Níveis de escoriações da pele geralmente estão mais associado às condições de estresse psicológico e desgaste físico que ao estresse de curto prazo (WARRIS et al., 1998a).

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 sangüínea e alteração da permeabilidade das membranas que compõem a musculatura, proporcionando elevadas taxas de salpicamento quando comparado ao sistema gasoso (CO₂).

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

Elevadas taxas de salpicamento da musculatura são indesejáveis, principalmente no processamento de produtos carneos não cominuidos.

A passagem da corrente elétrica pelo corpo do animal, também pode proporcionar violenta contração da musculatura e fraturas ósseas (WOTTON et al., 1992), que são indesejáveis tanto do ponto de vista de segurança alimentar, representando um perigo físico e microbiológico.

Geralmente pequenos níveis de fraturas ósseas são obtidos quando se utiliza o sistema gasoso (CO₂) de insensibilização, visto que neste sistema ocorre uma contração muscular menos intensa (fase tônica) em relação ao sistema elétrico, entretanto, a utilização de insensibilizadores elétricos trabalhando com altas freqüências (>1500 hz) tem proporcionado resultados similares ao sistema gasoso (CO₂) (ANIL & McKINSTRY, 1992).

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar o efeito dos sistemas de insensibilização elétrica e gasoso (CO₂) assim como a influência da constituição genética dos híbridos A, B e C nos índices de salpicamento da musculatura, escoriações da pele, fraturas ósseas e presença do reflexo palpebral.

2.0 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 – COLETA DE DADOS NO ABATEDOURO.

O experimento 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, 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 dos animais foi insensibilizado utilizando-se o mesmo sistema gasoso aplicado na primeira fase e o outro o sistema de insensibilização elétrica manual comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (220-230/250 volts, 45-60 HZ, e 1,4 –1,5A) no mesmo frigorífico.

As genéticas suínas A, B e C avaliadas no presente estudo são bastante comercializadas em todo Brasil, portanto os lotes estudados representam o perfil genético dos animais comercializados no país, assim como as frequências de genes associados ao estresse.

Os resultados provenientes de ambas as fases experimentais foram analisados 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 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" - Release 5.0 A Copyright® Star Soft, Inc. (1984 -1995).

2.2 PERFIL GENÉTICO DOS ANIMAIS ESTUDADOS.

Embora seja impossível saber a constituição genética completa de cada um dos híbridos avaliados, pois estas informações pertencem somente às empresas que produzem e comercializam estes animais, a presença do gene halotano foi avaliada nos híbridos (A, B e C) estudados.

Amostras do músculo *semimembranosus* (10g) de cada animal avaliado foram coletadas no período de 24 horas *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 3).

A partir das amostras carneas 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., (1991).

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

2.3 TRANSPORTE

Os animais provenientes das genéticas (A e B) foram transportados por caminhões do sistema de integração do abatedouro. Todos os procedimentos de embarque, transporte e desembarque foram padronizados e estas condições foram bastante similares para os lotes fornecidos por estes produtores.

Quanto aos animais provenientes da genética C, estes foram transportados por uma distância superior às outras duas genéticas. O caminhão utilizado para o transporte destes híbridos não pertencia ao sistema de integração do frigorífico, entretanto, as características do caminhão e as dimensões da carroceria foram

similares as utilizadas pelo sistema de integração. Uma visão mais detalhada das condições de transporte dos animais durante a execução do experimento pode ser realizada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Características de transporte dos animais abatidos.

Fase Experimental	Animais Abatidos	Genéticas	Período de Carregamento	Período de Transporte	Distância (granja ao frigorífico)	Granja
1	100	A e B	50 min.	2h 30min.	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	2h 30min	120 km	1
1	100	A e B	1 hora	1 h 25min	50km	2
1	100	A e B	36 min	55 min	50km	2
1	100	C	-	20horas	1000 km	3
2	152	A	30 min.	1h. 30 min.	61 km	4
2	152	B	30 min.	1h	35 km	5
2	152	C	-	12horas	500 km	6

Tabela 2. Características dos caminhões do sistema de integração do frigorífico.

Tipo de Carroceria	Taxa de lotação	Capacidade máxima	Área total
Dois andares	0,42 m ² / 100kg	12000 kg	50 m ² (25m ² /pisos)

2.4 DESEMBARQUE NO FRIGORÍFICO

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

Após a pesagem do caminhão e a execução dos procedimentos de registro do frigorífico, os animais foram alojados em baias de espera por um período de 2 a 4 horas onde receberam uma dieta hídrica durante todo o período de espera. O ajuste do caminhão à área de descanso foi realizado por uma plataforma móvel manual com um declive de aproximadamente 30⁰.

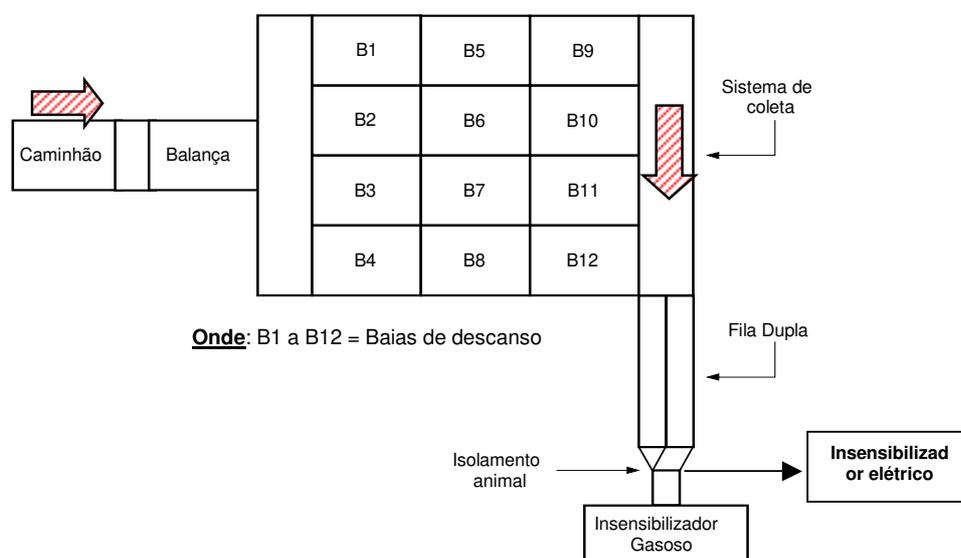
Os animais foram submetidos a um sistema de aspersão de água durante 30 minutos logo após o desembarque. Detalhes das pocilgas de espera podem ser visualizados na Tabela 3 e Figura 1.

Tabela 3. Características das pocilgas de descanso.

Área das pocilgas.	Taxa de lotação	Tempo de descanso	Equipamento utilizado para condução
16,94 m ²	0,59 m ² /100kg	2 a 4 horas	Bastão elétrico (18 a 24 volts)

2.5 MANEJO PRÉ-ABATE.

Após o período de descanso (2 a 4 horas) os animais foram movimentados para o sistema de coleta do frigorífico, utilizando-se tiras de plástico ou pano e bastão elétrico quando necessário. Na seqüência do fluxograma de abate os animais foram submetidos a uma fila “indiana paralela” e posteriormente ao isolamento em gôndolas do sistema de insensibilização gasoso (2 animais / gôndola) ou desviados para o sistema manual elétrico, como se observa na Figura 1.

**Figura 1.** Esquema geral do desembarque, descanso, coleta e insensibilização.

2.6 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 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 segundos, na seqüência os animais foram submetidos a uma sangria vertical.

2.7 SISTEMA DE INSENSIBILIZAÇÃO ELÉTRICO.

Durante a segunda fase experimental, metade dos animais abatidos foi desviada do sistema de insensibilização gasoso (CO₂) e insensibilizados com um equipamento manual de insensibilização elétrica comercializado e produzido pela empresa Karl Schermer (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.

Considerando-se que a utilização de ambos os sistemas no mesmo abatedouro visou minimizar a influência de fatores que poderiam interferir na comparação dos insensibilizadores estudados (manejo pré-abate, instalações, clima e operadores), o sistema elétrico de insensibilização utilizado atendeu aos objetivos do estudo.

2.8 ÍNDICES DE SALPICAMENTO DA MUSCULATURA.

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 esposteizadas 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., (1993), como se observa na Figura 2.

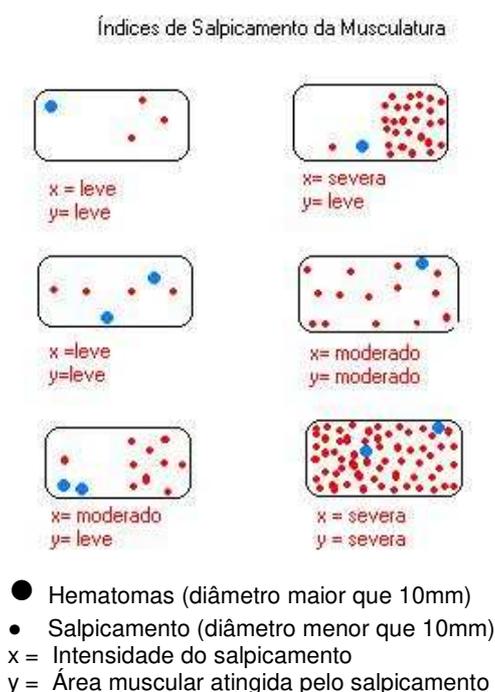


Figura 2. Índices de Salpicamento da Musculatura

2.9 ÍNDICES DE ESCORIAÇÕES DA PELE.

Os índices de escoriação foram obtidos 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., (1993).

2.10 ÍNDICES DE REFLEXO PALPEBRAL.

A avaliação do reflexo palpebral foi realizada no período médio de 30 segundos após a insensibilização elétrica e gasosa. Neste período uma avaliação visual foi realizada com o objetivo de verificar a presença ou ausência de reflexo palpebral conforme metodologia descrita por HOLST, (1997; 1999).

2.11 ÍNDICES DE HEMATOMAS E FRATURAS OSSEAS.

Durante o processo de desossa no período de 24 horas *post-mortem*, concomitantemente à avaliação dos índices de salpicamento da musculatura, a presença de hematomas e fraturas ósseas foi avaliada visualmente nas carcaças submetidas a ambos os sistemas de insensibilização estudados.

Foram considerados hematomas processos hemorrágicos com diâmetro superior a 10 mm, abaixo deste valor estas anomalias foram consideradas como salpicamento (VELARDE, et al., 2000).

3.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

3.1 ÍNDICES DE SALPICAMENTO.

Uma visão dos índices médios de salpicamento (intensidade e extensão) da musculatura afetada, relativos a primeira e segunda fases experimentais pode ser realizada nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Analisando-se os índices médios de intensidade (x) proporcionados pelos sistemas elétrico e gasoso (CO₂) comparativamente (Tabela 3), observa-se que o sistema elétrico apresentou maiores índices de salpicamento nas regiões do coxão-mole ($p \leq 0,008$), paleta / cranial ($p \leq 0,003$), paleta / central ($p \leq 0,0002$), paleta / caudal ($p \leq 0,002$), lombo / central ($p \leq 0,01$), lombo / caudal ($p \leq 0,01$) e lombo / lateral externo ($p \leq 0,04$).

O sistema manual elétrico utilizado também apresentou salpicamento mais difuso, abrangendo uma maior área da musculatura nas regiões do coxão-mole ($p \leq 0,03$),

paleta / cranial ($p \leq 0,003$), paleta / central ($p \leq 0,00002$) e paleta / caudal ($p \leq 0,0008$), como se observa na Tabela 5.

A etiologia do salpicamento muscular ainda não é totalmente conhecida pela comunidade científica, esta anomalia pode ser constituída de pequenas petéquias hemorrágicas ($< 5\text{mm}$) circunscrita a uma região muscular ou difusa por toda musculatura com diâmetro superior a 5 mm (BARTON-GADE, 1997).

Determinadas regiões da carcaça suína, como por exemplo à 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 (CO_2) o que resulta em um aumento do nível de salpicamento (BARTON-GADE, 1997) e fraturas ósseas (WOTTON, et al., 1992; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2003).

Tabela 4. Mensurações (médias) da intensidade do salpicamento (x) de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso.

Mensuração	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

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; MSE = Erro médio da soma de quadrados

Tabela 5. Mensurações (médias) da extensão de salpicamento (y) de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO₂).

Mensuração	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

Seguindo a mesma linha de pesquisa vários autores: BARTON-GADE, (1997); CHRISTENSEN & BARTON-GADE, (1997); BARTON-GADE, (1999a); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2000); VELARDE et al., (2000); STROIER et al., (2001); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003), obtiveram redução nos níveis de salpicamento da musculatura quando o sistema gasoso (CO₂) de insensibilização foi utilizado comparativamente ao sistema elétrico, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Pesquisas indicam que a presença do gene halotano (Nn) em suínos pode proporcionar um comportamento mais agressivo durante o manejo pré-abate e desencadear o desenvolvimento de anomalias na carcaça (KOCWIN-PODSIADLA et al., 1995; KERSTIN et al.,1996; SUTTON et al.,1997; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2000; GISPERT et al., 2000; FABREGA et. al, 2002; FERNADEZ et al., 2002), entretanto, observou-se pequeno efeito significativo da constituição genética nos índices de salpicamento muscular provenientes dos híbridos A, B e C no presente estudo, quando submetidos ao mesmo sistema de insensibilização e manejo pré-abate, como se observa nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6. Mensurações da intensidade do salpicamento (x) provenientes dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Mensuração	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	0.00 ± 0.00	24	0.250 ± 0.53	0.08252	0.175220
Lombo/caudal	22	0.454 ± 0.21	19	0.00 ± 0.00	24	0.125 ± 0.45	0.385352	0.08999
Lombo/LE	22	0.00 ^a ± 0.00	19	0.00 ^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).

Tabela 7. Mensurações de intensidade do salpicamento (X) provenientes dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Mensuração	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).

Tabela 8. Mensurações da extensão do salpicamento (Y) provenientes dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Mensuração	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)

Tabela 9. Mensurações da extensão do salpicamento (Y) provenientes dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Mensuração	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)

3.2 INDICES DE HEMATOMAS E FRATURAS OSSEAS

Observa-se na Tabela 10 que baixos índices de hematomas e um comportamento bastante similar entre os tratamentos estudados foram obtidos no presente estudo.

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.

Em relação aos índices de fraturas ósseas, somente um animal apresentou esta anomalia (0,73%) quando submetido ao sistema elétrico de insensibilização, como se observa na Tabela 10.

Considerou-se hematoma, processos hemorrágicos com diâmetro superior a 10 mm, caso contrário estas anomalias foram consideradas como salpicamento (VELARDE, et al., 2000).

Seguindo a mesma linha de pesquisa WOTTON et al., (1992); VELARDE et al., (1998); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003) e, também obtiveram baixos índices de fraturas ósseas provenientes de suínos insensibilizados com o sistema coletivo gasoso (CO₂) ou elétrico de dois eletrodos.

Contrações musculares violentas associadas a elevados índices de fraturas vertebrais, geralmente estão associados ao sistema de insensibilização elétrico de três eletrodos (WOTTON et al., 1992; CHANNON, PAYNE & WARNER, 2003). 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 segundos, portanto neste sistema o terceiro eletrodo possui a finalidade de promover a fibrilação cardíaca.

Tabela 10. Índices de contusões musculares traumáticas e fraturas ósseas de 137 animais insensibilizados com os sistemas elétrico e gasoso .

MENSURAÇÃO	LOCAL	GENETICA	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.

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 (WOTTON, et al., 1992).

Modernos insensibilizadores elétricos trabalhando com altas frequências (> 1500 hz) tem minimizado os índices de fraturas ósseas e salpicamento (ANIL & McKINSTRY, 1992).

3.3 INDICES DE ESCORIAÇÕES DA PELE.

Os índices de escoriações da pele de suínos, provenientes da primeira e segunda fase experimental, analisados conjuntamente podem ser visualizados nas Tabelas 11, 12 e 13.

Comparando os índices de escoriações da pele provenientes dos híbridos (A, B e C) submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂), observa-se que o sistema elétrico apresentou índices superiores na região da paleta ($p \leq 0,0000001$), corpo ($p \leq 0,04$) e pernil ($p \leq 0,001$), entretanto, nenhuma diferença significativa foi obtida, quando se considerou a genética como fator principal em ambos os sistemas de insensibilização avaliados, como se observa nas Tabelas 12 e 13.

Tabela 11. Mensurações da intensidade das escoriações da pele de suínos submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual e gasoso (CO₂) coletivo.

Mensuração	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	0.84 ± 0.59	445	0.68 ± 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

Tabela 12. Mensurações da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização elétrico manual.

Mensuração	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 ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados

Tabela 13. Mensurações da intensidade das escoriações da pele dos híbridos (A, B e C) submetidos ao sistema de insensibilização gasoso (CO₂) coletivo.

Mensuração	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 ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001; MSE = Erro médio da soma de quadrados

Estudos dos níveis de escoriações da pele de suínos submetidos aos sistemas de insensibilização elétrico e gasoso (CO₂) assim como diferentes condições de manejo pré-abate também foram o tema de outros estudos: HUNTER et al., (1994); GEVERINK et al., (1996); BARTON-GADE, (1997); BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1998); FAUCITANO et al., (1998); FRANQUEZA et al., (1998); GUISE et al., (1998); WARRIS et al., (1998ab); BARTON-GADE & CHRISTENSEN, (1999); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2000); GISPERT et al., (2000); MURRAY et al., (2000); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2002; 2003).

Elevados níveis de escoriações da pele podem estar associados ao bem estar animal, altos níveis de creatina fosfoquinase (CPK), lactato, cortisol e alta incidência da condição DFD (WARRIS et al., 1998a; GISPERT et al., 2000), o que

corroborar com o presente estudo, onde elevados níveis plasmáticos de cortisol, CPK e lactato (Capítulo 2) foram obtidos quando os híbridos suínos foram submetidos ao sistema manual elétrico de insensibilização comparativamente ao sistema gasoso coletivo (CO₂). Nos híbridos submetidos ao sistema manual elétrico também foram observados índices de escoriações significativamente maiores em todas as regiões corpóreas estudadas (corpo, paleta e pernil) com se observa na Tabela 10.

Uma maior incidência de escoriações da pele proveniente de suínos submetidos ao sistema elétrico de insensibilização comparativamente ao sistema gasoso (CO₂) também foi reportada por HUNTER et al., (1994); CHANNON, PAYNE & WARNER, (2003).

Sob condições de abate comercial de suínos o nível de escoriações da pele pode ser afetado pelo manejo pré-abate (GEVERINK et al., 1996; BARTON-GADE & CHRISTENSEN, 1997; FRANQUEZA et al., 1998; WARRIS et al., 1998b; MURRAY, 2000;), transporte (BARTON-GADE & CHRISTENSEN, 1998; GUISE et al., 1998; BARTON-GADE & CHRISTENSEN, 1999;) e presença do gene halotano associado ao manejo pré-abate deficiente (GISPERT et al., 2000). Portanto, a utilização do nível de escoriações da pele como indicador de bem estar animal não deve ser realizada isoladamente e sim associada a outros indicadores qualitativos como, por exemplo: cor, pH, perda por exsudação e indicadores sanguíneos (CPK, lactato e cortisol). Seguindo a mesma linha de raciocínio, 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 (Capítulo 3).

Embora o comportamento de suínos portadores do gene halotano predisponha o surgimento de escoriações da pele (GISPERT et al., 2000) nenhuma diferença significativa foi observada quando se comparou os híbridos A, B e C submetidos às mesmas condições de abate, mesmo considerando que a presença do genótipo (Nn) para o gene halotano tenha sido observada nos híbridos B no presente estudo (Figura 3).

3.4 INDICES DE REFLEXO PALPEBRAL

A incidência do reflexo palpebral avaliado visualmente no período de 30 segundos após a insensibilização gasosa (CO₂) ou elétrica, é apresentada nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14. Presença de reflexo palpebral nos híbridos A, B e C após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO₂) em 426 animais.

Genética	Numero de Animais Insensibilizados	Intervalo médio	Sistema de Insensibilização	% Reflexo Palpebral	% Animais com forte contração
A	63	30 seg.	CO ₂	3.17 %	7.94 %
B	71	30 seg.	CO ₂	0 %	2.82 %
C	76	30 seg.	CO ₂	5.26 %	0 %
A	68	30 seg.	ELÉTRICO	8.82 %	19.12 %
B	72	30 seg.	ELÉTRICO	12.5%	22.22 %
C	76	30 seg.	ELÉTRICO	13.16 %	23.68 %

Tabela 15. Presença de reflexo palpebral após a insensibilização elétrica ou gasosa (CO₂) em 426 animais.

Sistema de Insensibilização	Numero de Animais Insensibilizados	Intervalo médio	% Reflexo Palpebral	% Animais com forte contração
CO ₂	210	30 seg.	2.86%	3.33%
ELÉTRICO	216	30 seg.	11.57%	21.76%

O sistema gasoso coletivo (CO₂) proporcionou uma narcose mais eficiente e duradoura, pois somente 2,86% de 426 animais estudados apresentaram reflexos palpebrais positivo contra 11,57% do sistema elétrico nas mesmas condições de abate.

O reflexo pupilar ocorre em média aos 45 segundos após a insensibilização gasosa (CO₂) e o palpebral aos 54 segundos, portanto, estima-se que um bom sistema de insensibilização deva proporcionar uma taxa de reflexo pupilar máximo

de 5% após a sangria e ausência de reflexo pupilar com o objetivo de garantir o bem estar animal e qualidade das carcaças (HOLST, 1997; 1999).

4.0 CONCLUSÕES.

Os resultados obtidos no presente trabalho de pesquisa permite concluir que:

- O sistema manual elétrico de insensibilização independentemente da genética suína estudada, apresentou índices de salpicamento significativamente superiores nas regiões do coxão-mole, paleta / cranial, paleta / central, paleta / caudal, lombo / central, lombo / caudal e lombo / lateral externa.
- Considerando-se a extensão da musculatura atingida pelo salpicamento o mesmo comportamento foi observado em relação aos índices de intensidade, ou seja, o sistema manual elétrico apresentou salpicamento mais difuso nas regiões do coxão mole, paleta / cranial, paleta / central e paleta / caudal quando comparado ao sistema gasoso coletivo.
- Maiores índices de escoriações da pele nas regiões da paleta, corpo e pernil foram obtidos quando o sistema de insensibilização manual elétrico foi utilizado em comparação ao sistema coletivo gasoso.
- Observou-se pequeno efeito da constituição genética dos híbridos utilizados nos níveis de salpicamento da musculatura (intensidade e extensão). Nenhum efeito da constituição genética dos híbridos foi observado nos níveis de escoriações da pele nas regiões da paleta, corpo e pernil quando submetidos ao sistema gasoso e elétrico de insensibilização..
- Suínos insensibilizados com o sistema manual elétrico apresentaram maiores índices de reflexo palpebral (11,57%), quando submetidos ao sistema gasoso coletivo menores índices foram observados (2,86%), demonstrando que o sistema manual elétrico foi menos eficaz e

proporcionou um nível de narcose inferior ao sistema gasoso durante a sangria.

- Pequenos níveis de fraturas ósseas (< 1%) e contusões musculares (< 2,5%) foram obtidos quando se utilizou ambos os sistemas de insensibilização para todos os híbridos estudados.

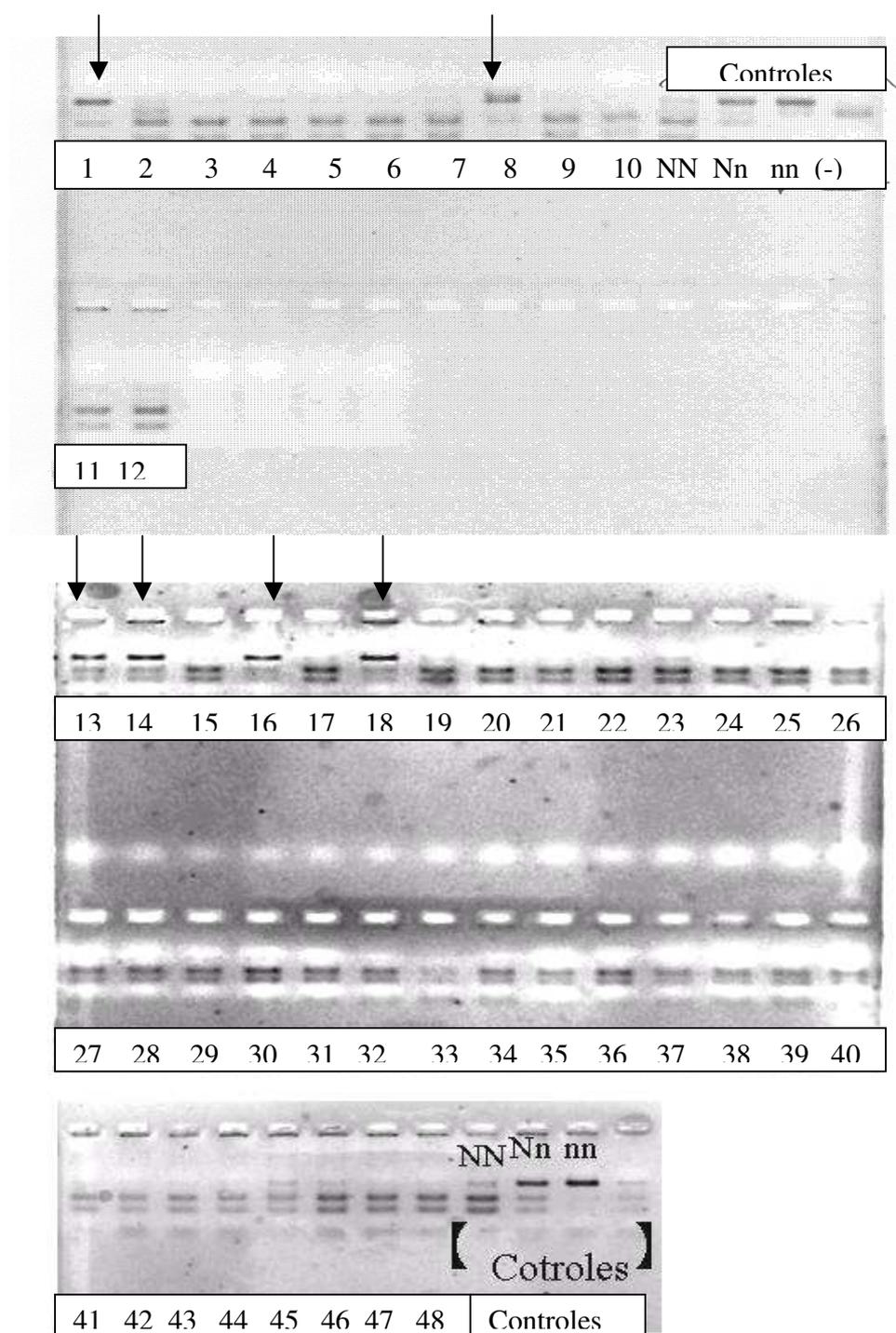


Figura 3 Determinação do gene Halotano em 48 híbridos (A, B e C) utilizando-se gel de eletroforese. , onde ↓ = genótipo (Nn).

5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ANIL, M. H. & McKINSTRY J. L. The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. **Meat Science**, v.31, 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](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
3. BARTON-GADE, P. The effect of pre-slaughter handling on meat quality in pigs. **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1393E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
4. BARTON-GADE, P. CO₂-Stunning- Quality and welfare comparisons. , **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1429E, 1999a. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
5. BARTON-GADE, P. Preliminary observations of pig behaviour on immersion in high concentrations of CO₂ gas. **International Workshop on Stunning Systems for Pigs and animal welfare**. Billund, Denmark 25-27 August 1999b.
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, p. 237-247, 1998.
7. BARTON-GADE, P. & CHRISTENSEN, L. Transportation and pre-stun handling: CO₂-Systems, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1430E, 1999. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.

8. BUTINA CO₂ COMBI SYSTEM. Disponível em: <[http:// www.butina.dk](http://www.butina.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
9. 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.
10. 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.
11. 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
12. 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.
13. CHRISTENSEN, L & BARTON GADE, P. New Danish developments in pig handling at abattoirs. Slagteriernes Forskningsinstitut, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o 1378 E, 1997. Disponível em: <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
14. FÀBREGA, 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.

15. 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.
16. 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.
17. FERNANDEZ, 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.

21. 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.
22. HOLST, S. Return to consciousness in slaughter pigs stunned with CO₂. SLAGTERIERNES FORSKNING SINSTITUT, **Danish Meat Research Institute**, Manuscript n^o1387E, 1997. <[http:// www.dmri.dk](http://www.dmri.dk) >. Acesso em: 20/Nov/2004.
23. 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 25-27 August 1999.
24. 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.
25. KARL SCHERMER & CO APPARATEBAU GERÜNDER 1896 D-76275 ETTLINGEN. Disponível em: <[http:// www.karl-schermer.de](http://www.karl-schermer.de)>. Acesso em: 20/Nov/2004.
26. 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, 145-153, 1996.
27. 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

28. 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.
29. STATISTICA FOR WINDOWS VERSÃO 5.0 Copyright stasoft, inc 1984-1995. Disponível em: <<http://www.statsoft.com.br>>. Acesso em: 20/Nov/2000.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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, 1998c.

35. 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, 1998b.
36. 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, 1998a.
37. 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.

CONCLUSÃO GERAL.

O presente projeto de pesquisa permite concluir que:

- O sistema manual elétrico de insensibilização demonstrou ser mais estressante e menos eficaz proporcionando um nível de narcose inferior ao sistema gasoso durante a sangria, apresentando níveis superiores de cortisol, lactato, índices de intensidade de salpicamento (X) nas regiões do coxão-mole, paleta / cranial, paleta / central, paleta / caudal, lombo / central, lombo / caudal e lombo / lateral externa, índices de escoriações da pele nas regiões da paleta, corpo, pernil e reflexo palpebral.
- Diferenças significativas nos valores médios de luminosidade superficial (L), valores (b^*), pH 24h *pm* no pernil (*sm*), pH 24 *pm* na sobrepaleta (*sc*), reflectância luminosa interna 45min. *pm* e reflectância luminosa interna 24h *pm* foram encontradas quando os sistemas de insensibilização gasoso e elétrico foram comparados entretanto nenhuma diferença significativa nos valores de capacidade de retenção de água, perda por gotejamento e “umidade exprimível” foi observada.
- Variações significativas nos valores de cor (L, a^* , b^*), refletância luminosa interna e indicadores sanguíneos de estresse (CPK, cortisol e lactato) foram observadas entre os híbridos submetidos aos sistemas de insensibilização estudados, porém, estas variações apresentaram insignificante relação com as mensurações de pH, perda por gotejamento, capacidade de retenção de água e “umidade exprimível”.
- Observou-se pequeno efeito da constituição genética nos índices de salpicamento (intensidade e extensão), entretanto, não se observou efeito significativo entre os híbridos quando os níveis de escoriações da pele em ambos os sistemas de insensibilização estudados foram avaliados.

- Pequenos índices de fraturas ósseas (< 1%) e contusões musculares (< 2,5%) foram obtidos quando se utilizou ambos os sistemas de insensibilização para todas as genéticas estudadas.
- Baseando-se nos resultados obtidos, no manejo pré-abate e “layout” do frigorífico utilizado, recomenda-se a utilização do sistema gasoso (CO₂) de insensibilização, entretanto, melhorias no sistema gasoso (CO₂) utilizado podem ser realizadas, como a substituição da fila indiana paralela que abastece o insensibilizador, por um sistema de corredores e portões automáticos, com o objetivo de conduzir os suínos em pequenos grupos até o insensibilizador e evitar o estresse provocado pelo isolamento do animal nesta etapa.

ANEXOS**1.0 KIT PARA DETERMINAÇÃO DE LACTATO****Lactat**

PAP-Methode
Enzymatischer Farbttest liquid


Handelsform

Best.-Nr.: G 7016
 2 x 50 ml Reagenz
 1 x 3 ml Standard

Bestimmungsansatz

Wellenlänge: 546 nm Spektralphotometer: 500 - 550 nm
 Schichtdicke: 1 cm
 Temperatur: 20°C bis 37°C

Methode

Lactat-Oxydase spaltet Lactat in Pyruvat und in Wasserstoffperoxyd. Dieses reagiert in Gegenwart von POD mit p-Aminoantipyrin und Phenol zu einem rotgefärbten Chinonimin. Die Farbzunahme ist proportional der Lactatkonzentration.

Normalansatz	Reagenzienleerwert	Standard	Probe
Probe	-----	-----	20 µl
Standard	-----	20 µl	-----
Reagenz	2000 µl	2000 µl	2000 µl
Mischen, nach 5 Minuten bei 20°C Inkubationszeit Probe und Standard gegen Reagenzienleerwert messen.			

Bestandteile

Reagenz:
 Tris pH 7,5 90,0 mMol/l
 TBHBS* 1,4 mMol/l
 PAP 0,35 mMol/l
 LOX 0,6 kU/L
 POD 1,5 kU/l

Berechnung

$$\text{mg/dl} = \frac{\Delta E \text{ Probe}}{\Delta E \text{ Standard}} \times 30 \text{ (Standard)}$$

*TBHBS = 2,4,6, Tribrom-3-hydroxybenzoesäure

Herstellung und Haltbarkeit der Reagenzien

Das Reagenz ist ungeöffnet bis zum angegebenen Verfalldatum haltbar.

Lagerung bei 4°-8°C.

Das Reagenz ist gebrauchsfertig.

Untersuchungsgut

Serum
 Plasma

Linearität

150 mg/dl

Normalbereich

im Blut 9 - 16 mg/dl 1.0 - 1.8 mmol/l

im 24 Std. Urin.. 50 - 200 mg

Neugeborene:

Nabelschnurvene: 10 - 30 mg/100 ml bzw. 1.1 - 3.3 mmol/l
 1. Tag: 4 - 26 mg/100 ml bzw. 0.4 - 2.89 mmol/l
 2. Tag: 4 - 23 mg/100 ml bzw. 0.4 - 2.55 mmol/l
 Säuglinge: 5 - 15 mg/100 ml bzw. 0.5 - 1.67 mmol/l

2.0 KIT PARA DETERMINAÇÃO DE CORTISOL.

Coat-A-Count® Cortisol

Intended Use

Coat-A-Count Cortisol is a radioimmunoassay designed for the quantitative measurement of cortisol (hydrocortisone, Compound F) in serum, urine and heparinized plasma. It is intended strictly for *in vitro* diagnostic use as an aid in the clinical assessment of adrenal status.

Catalog numbers: **TKCO1** (100 tubes), **TKCO2** (200 tubes), **TKCO5** (500 tubes)



The 100-tube kit contains less than 5.5 microcuries (204 kilobecquerels) of radioactive ¹²⁵I cortisol; the 200-tube kit contains less than 11 microcuries (407 kilobecquerels); and the 500-tube kit contains less than 27.5 microcuries (1018 kilobecquerels).

Summary and Explanation

Cortisol (hydrocortisone, Compound F) is the most abundant circulating steroid and the major glucocorticoid secreted by the adrenal cortex. Physiologically effective in anti-inflammatory activity and blood pressure maintenance, cortisol is also involved in gluconeogenesis, calcium absorption and the secretion of gastric acid and pepsin.

As an indicator of adrenocortical function, measurement of blood cortisol levels is useful in the differential diagnosis of Addison's and Cushing's disease, hypopituitarism, and adrenal hyperplasia and carcinoma.⁴

A variety of stimulation and suppression tests — ACTH Stimulation, ACTH Reserve, Dexamethasone Suppression — can supply supportive information on adrenocortical function.^{4,5,6} Anomalous cortisol concentrations have been shown to exist in patients with acute infections, severe pain, diabetes mellitus or heart failure, and in women either pregnant or on estrogen therapy. In addition, certain virilizing syndromes and iatrogenic conditions raise other naturally occurring steroid levels to high (nonphysiologic) concentrations that may interfere with assaying cortisol directly, unless a highly specific antiserum is used.

Principle of the Procedure

The Coat-A-Count Cortisol procedure is a solid-phase radioimmunoassay, wherein ¹²⁵I-labeled cortisol competes for a fixed time with cortisol in the patient sample for antibody sites. Because the antibody is immobilized to the wall of a polypropylene tube, simply decanting the supernatant suffices to terminate the competition and to isolate the antibody-bound fraction of the radiolabeled cortisol. Counting the tube in a gamma counter then yields a number, which converts by way of a calibration curve to a measure of the cortisol present in the patient sample.

Reagents to Pipet: 1

Total Incubation Time: 45 minutes.

Total Counts at Iodination: approximately 90,000 cpm.

Warnings and Precautions

For *in vitro* diagnostic use.

Reagents: Store at 2–8°C in a refrigerator designated for incoming radioactive materials. Dispose of in accordance with applicable laws.

Do not use reagents beyond their expiration dates.

Some components supplied in this kit may contain human source material and/or other potentially hazardous ingredients which necessitate certain precautions:

Follow universal precautions, and handle all components as if capable of transmitting infectious agents. Source materials derived from human blood were tested and found nonreactive for syphilis; for antibodies to HIV 1 and 2; for hepatitis B surface antigen; and for antibodies to hepatitis C.

Sodium azide, at concentrations less than 0.1 g/dL, has been added as a preservative. On disposal, flush with large volumes of water to prevent the buildup of potentially explosive metal azides in lead and copper plumbing.

Water: Use distilled or deionized water.

Radioactivity

A copy of any radioisotope license certificate (Specific or General) issued to a US customer must be on file with Diagnostic Products Corporation before kits or components containing radioactive material can be shipped. These radioactive materials may be acquired by any customer with the appropriate Specific license. Under a General license these radioactive materials may be acquired only by physicians, veterinarians in the practice of veterinary medicine, clinical laboratories and hospitals — and strictly for *in vitro* clinical or laboratory tests not involving external or internal administration of the radioactive material or its radiation to human beings or other animals. Its acquisition, receipt, storage, use, transfer and disposal are all subject to the regulations and a (General or Specific) license of the U.S. Nuclear Regulatory Commission or a State with which the NRC has entered into an agreement for the exercise of regulatory control.

Handle radioactive materials according to the requirements of your General or Specific license. To minimize exposure to radiation, the user should adhere to guidelines set forth in the National Bureau of Standards publication on the *Safe Handling of Radioactive Materials* (Handbook No. 92, issued March 9, 1964) and in subsequent publications issued by State and Federal authorities.

Wipe up spills promptly and decontaminate affected surfaces. Avoid generation of aerosols. Dispose of solid radioactive waste according to license requirements. General licensees (holders of NRC Form 483) may dispose of solid radioactive waste as nonradioactive waste, after removing labeling. Specific licensees (NRC Form 313) should refer to Title 10, Code of Federal Regulations, Part 20. Licensees in Agreement States should refer to the appropriate regulations of their own state. General licensees may dispose of liquid radioactive waste of the type contained in this product through a laboratory sink drain. Licensees must remove or deface labels from empty containers of radioactive materials before disposal of solid waste. Specific licensees may dispose of small quantities of liquid radioactive waste of the type used in this

product through a laboratory sink drain. Refer to the appropriate regulations applicable to your laboratory.

Materials Supplied: Initial Preparation

Cortisol Ab-Coated Tubes (TCO1)

Polypropylene tubes coated with antibodies to cortisol and packaged in zip-lock bags. Protect from moisture, carefully resealing the bags after opening; stable at 2–8°C until the expiration date marked on the bag. *Color:* light blue.

TKCO1: 100 tubes. **TKCO2:** 200 tubes. **TKCO5:** 500 tubes.

¹²⁵I Cortisol (TCO2)

Iodinated cortisol with blocking agents for steroid-binding proteins, supplied in liquid form, ready to use. Each vial contains 105 mL. Stable at 2–8°C for at least 30 days after opening, or until the expiration date marked on the vial.

TKCO1: 1 vial. **TKCO2:** 2 vials. **TKCO5:** 5 vials.

Cortisol Calibrators (TCO3–8)

Cortisol calibrators, ready to use, in processed human serum. The zero calibrator vial A contains 2.0 mL, while the remaining calibrator vials B through F contain 1.0 mL each. Stable at 2–8°C for at least 30 days after opening, or until the expiration date marked on the vial. The life of the calibrators may be extended by freezing. Aliquot, if necessary, to avoid repeated freezing and thawing.

TKCO1: 1 set. **TKCO2:** 1 set. **TKCO5:** 2 sets.

The calibrators contain, respectively, 0, 1, 5, 10, 20 and 50 micrograms of cortisol per deciliter (µg/dL) in processed human serum; equivalently, 0, 27.6, 138, 276, 552 and 1,380 nanomoles per liter (nmol/L). Intermediate calibration points can be obtained by mixing the calibrators in suitable proportions.

Materials Required But Not Provided

Gamma counter – compatible with standard 12×75 mm tubes

Vortex mixer

Urine Extraction

Tubes with caps – suitable for extraction with dichloromethane

Dichloromethane – spectrophotometric grade (also called methylene chloride)

Micropipets: 50 μ L and 500 μ L. The 50 μ L pipet should be of the positive-displacement type.

Evaporator with compressed nitrogen

Radioimmunoassay

Plain 12x75 mm polypropylene tubes — for use as NSB tubes, available from DPC

Micropipets: 25 μ L and 1.0 mL.

Waterbath — capable of maintaining 37°C. Neither an oven nor a heat block is suitable.

Foam decanting rack – available from DPC

Logit-log graph paper – available from DPC (catalog number: ZP797)

A tri-level, human serum-based immunoassay control, containing cortisol as one of over 25 assayed constituents, is available from DPC (catalog number: CON6).

Specimen Collection

Serum and Plasma

The patient need not be fasting, and no special preparations are necessary. Collect blood by venipuncture¹⁰ into plain (without anticoagulant) or heparinized tubes, and separate the serum or plasma from the cells. EDTA plasma is *not* acceptable. (See Effect of Anticoagulants section). Since cortisol exhibits a circadian rhythm, the time of collection should be noted.

Volume Required: 25 μ L of serum or plasma per tube.

Storage: 7 days at 2–8°C or 2 months at –20°C.⁶ Before assay, allow samples to come to room temperature (15–28°C) and mix by *gentle* swirling or inversion. Aliquot, if necessary, to avoid repeated thawing and freezing. Do *not* attempt to thaw specimens by heating them in a waterbath. Patient samples expected to contain cortisol concentrations greater than the highest calibrator (50 μ g/dL) should be diluted in the zero calibrator before assay.

An ultracentrifuge is recommended to clear lipemic samples.

Urine

Collect a 24-hour urinary sample without preservative, keeping the specimen refrigerated during collection. Record the total volume in milliliters.

Volume Required (extraction procedure): 0.5 mL of urine.

Storage: 7 days at 2–8°C or one month at –20°C.⁹

Preparation of Urine Samples

Warning – Dichloromethane: Do not pipet by mouth. Conduct the evaporation step under a fume hood. Avoid open flames.

- 1 Label one 12x75 mm polypropylene tube for each urine sample.
Suitable tubes with tightly fitting caps are available from DPC. Do not use antibody-coated tubes at this stage.
- 2 Pipet 500 μ L of each urine sample into the tube prepared.
If the sample is cloudy, or if a precipitate has formed, first centrifuge the urine and work with the supernatant.
- 3 **Extraction:** Add 1.0 mL dichloromethane to every tube. Cap securely.
Do not pipet dichloromethane by mouth.
- 4 Mix by *gentle* inversion for 5 to 10 minutes.
Use a mechanical rotator set at 15 to 20 revolutions per minute.
- 5 Centrifuge for 5 minutes at about 1500xg to separate the two phases.
Any sample partially emulsified should be shaken vigorously and centrifuged again.
- 6 Remove most of the top layer, being careful not to disturb the interface.
Use a water-tap aspirator. (Aspirating all the way to the interface may cause the dichloromethane layer to become contaminated with material from the aqueous phase on contact.)
- 7 **Evaporation:** Transfer 50 μ L of the lower (dichloromethane) phase into

each of two Cortisol Ab-Coated Tubes.

Pipet all extracts directly to the bottom using a positive-displacement micropipet. Be careful that none of the upper phase enters the assay tube.

- 8** Evaporate to complete dryness under a gentle stream of nitrogen at room temperature (15–28°C).

Conduct the evaporation step under a fume hood. Avoid open flames.

Once dry, let the tubes (suitably labeled) take their place in an assay that includes a set of (serum) calibrator tubes. Continue – step 2 of the radioimmunoassay procedure – by adding 25 μL of the zero calibrator A, and so on. Results in micrograms of (free) cortisol per 100 mL urine ($\mu\text{g}/\text{dL}$) can be read off directly from the calibration curve. No correction factor is necessary.

No more than 30 minutes should elapse between transfer of the extract into the coated tube (step 7 of the extraction procedure) and the addition of tracer (step 3 of the radioimmunoassay procedure). The extraction procedure may be interrupted after step 6 by storing the infranatant layer tightly capped in a -20°C freezer.

Radioimmunoassay Procedure

All components must be at room temperature (15–28°C) before use.

- 1 Plain Tubes:** Label four plain (uncoated) 12×75 mm polypropylene tubes T (total counts) and NSB (nonspecific binding) in duplicate.

Because nonspecific binding in the Coat-A-Count procedure is characteristically low, the NSB tubes may be safely omitted without compromising accuracy or quality control.

Coated Tubes: Label twelve Cortisol Ab-Coated Tubes A (maximum binding) and B through F in duplicate. Label additional Cortisol Ab-Coated Tubes, also in duplicate, for controls and patient samples.

Calibrators	$\mu\text{g}/\text{dL}$	nmol/L
A (MB)	0	0
B	1	27.6
C	5	138
D	10	276
E	20	552
F	50	1,380

Urine samples: Once dry, the coated tubes used for evaporating the extracts should be suitably labeled and incorporated into the sequence of patient sample tubes.

- 2** Pipet **25 μL** of the zero calibrator A into the NSB and A tubes, *and also into each of the urine sample evaporation tubes*. Pipet **25 μL** of each remaining calibrator, control and patient sample into the tubes prepared. **Pipet directly to the bottom.**

It is good practice to use a disposable-tip micropipet, changing the tip between samples, in order to avoid carryover contamination.

- 3** Add **1.0 mL** of ^{125}I Cortisol to every tube. Vortex.

Laboratories equipped with a reliable pipettor-diluter may handle steps 2 and 3 simultaneously. No more than 10 minutes should elapse during the dispensing of the tracer. Set the T tubes aside for counting at step 6; they require no further processing.

- 4** Incubate for **45 minutes at 37°C**.

Use a waterbath; neither an oven nor a heat block is suitable. Longer incubation periods will not significantly affect the assay.

- 5** Decant thoroughly.

Removing all visible moisture will greatly enhance precision. Decant the contents of all tubes (except the T tubes) using a foam decanting rack, and allow them to drain for 2 or 3 minutes. Then strike the tubes

sharply on absorbant paper to shake off all residual droplets.

- 6 Count for **1 minute** in a gamma counter.

Calculation of Results

To obtain results in terms of concentration from a logit-log representation of the calibration curve, first calculate for each pair of tubes the average NSB-corrected counts per minute:

$$\text{Net Counts} = \left(\frac{\text{Average}}{\text{CPM}} \right) \text{ minus } \left(\frac{\text{Average}}{\text{NSB CPM}} \right)$$

Then determine the binding of each pair of tubes as a percent of maximum binding (MB), with the NSB-corrected counts of the A tubes taken as 100%:

$$\text{Percent Bound} = \frac{\text{Net Counts}}{\text{Net MB Counts}} \times 100$$

The calculation can be simplified by omitting the correction for nonspecific binding; samples within range of the calibrators yield virtually the same results when Percent Bound is calculated directly from Average CPM.)

Using logit-log graph paper, plot Percent Bound on the vertical (probability) axis against Concentration on the horizontal (logarithmic) axis for each of the nonzero calibrators, and draw a straight line approximating the path of these points. Results for the unknowns may then be read from the line by interpolation.

It is good practice to inspect results for agreement within replicates, and to construct a graph of the calibration curve (even if the calculations are handled by computer) as a visual check on the appropriateness of the transformation used and as a way to detect deviant calibration points. We also recommend keeping track of these data reduction parameters:

T = Total Counts (as counts per minute)

$$\% \text{NSB} = 100 \times \frac{\text{Average NSB Counts}}{\text{Total Counts}}$$

$$\% \text{MB} = 100 \times \frac{\text{Net Counts}}{\text{Total Counts}}$$

And the 20, 50 and 80 percent "intercepts," where

$$20\% = \frac{\text{Concentration at}}{20 \text{ Percent Bound, etc.}}$$

Note that other approaches, e.g. a sound implementation of the 4-parameter logistic, are also acceptable. See Dudley RA, et al. Guidelines for immunoassay data reduction. Clin Chem 1985;31:1264-71.

Urine Samples:

Urinary free cortisol concentrations may be read off directly from the calibration curve. No correction factor is necessary. (Introducing *twice* the usual 25 μ L sample into the assay tube at step 7 of the extraction procedure exactly compensates for the 1-in-2 dilution occasioned by extracting 0.5 mL urine into 1.0 mL dichloromethane.)

To determine the urinary free cortisol output in micrograms per day, simply multiply the result in μ g/dL by the 24-hour urine volume in deciliters:

$$\mu\text{g}/24 \text{ hours} = \mu\text{g}/\text{dL} \times (\text{Total Volume in milliliters}) / 100$$

Example Run: For illustration only, not for calculating results from another run. (See "Example Run" table.)

Quality Control

Controls (or serum pools) with at least two cortisol concentration levels — low and high — should routinely be assayed as unknowns.

Report patient results only if the control results for that assay meet your laboratory's established criteria for acceptability.

It is good laboratory practice to record for each assay the lot numbers of the components used, as well as the dates when they were first reconstituted or opened. We also recommend charting control results from day to day — as described, for example, in Westgard JO, et al. A multi-rule chart for quality control. Clin Chem 1981;27:493-501. Note that repeat samples can serve as a valuable additional tool for monitoring interassay precision, and that pairs of control tubes can be spaced throughout the assay to help verify the absence of significant drift.

Solvent Blanks:

For reliable results, the dichloromethane must be of at least spectrophotometric grade and the nitrogen source, if used, must not contaminate the evaporation tubes with oil or moisture. (The use of a trap containing calcium sulfate will help prevent such contamination.) As a check on the purity of these reagents, which are not supplied with the kit, we recommend periodically running a "solvent blank." This involves extracting and assaying distilled or sterile water, in the manner prescribed for urine samples, to verify that it yields an apparent cortisol concentration of essentially zero, that is, below the detection limit of the assay.

Expected Values**Serum**

The following expected values for circulating cortisol have been reported.

Diurnal Rhythm Variation	a.m.: 5 – 25 µg/dL (138 – 690 nmol/L) ^{1,8,9} p.m.: Approximately half of a.m. values
ACTH Stimulation	Over twice (usually 3 to 5 times) basal values ^{4,5}
ACTH Reserve (Metyrapone Suppression)	Below basal (control) values ^{5,8}
Dexamethasone Suppression	Below basal (control) values for the screening, low-dose and high-dose tests ^{4,5}

Urine

A study of 24-hour urine samples from 33 healthy laboratory volunteers yielded an absolute range of 21 to 85 µg/24 hours, with a median of 48 µg/24 hours. This is consistent with a reference range of 20 to 90 µg/24 hours for urinary free cortisol, as reported in the literature.

Consider these limits as *guidelines* only. Each laboratory should establish its own reference ranges.

Limitation

Serum and urinary cortisol results may be falsely elevated in samples obtained from patients being treated with prednisolone or

prednisone (converted to prednisolone *in vivo*). Caution must therefore be exercised with cortisol determinations for patients undergoing therapy with these and structurally related synthetic corticosteroids.

Performance Data

See Tables and Graphs for data *representative* of the assay's performance. Results are expressed as micrograms of cortisol per deciliter (µg/dL). All results were obtained on serum samples.

Conversion Factor:

µg/dL × 27.59 → nmol/L

Calibration Range: 1 to 50 µg/dL (27.6 to 1,380 nmol/L)

Analytical Sensitivity: 0.2 µg/dL

Intraassay Precision (Within-Run):

Statistics were calculated for each of seven samples from the results of 20 pairs of tubes in a single assay. (See "Intraassay Precision" table.)

Interassay Precision (Run-to-Run):

Statistics were calculated for each of three samples from the results of 20 pairs of tubes. (See "Interassay Precision" table.)

End-of-Run Effect: none up to approximately 700 tubes. (See "End-of-Run Effect" table.)

Linearity: Samples were assayed under various dilutions. (See "Linearity" table.)

Recovery: Samples spiked 1 to 19 with three cortisol solutions (130, 250 and 475 µg/dL) were assayed. (See "Recovery" table.)

Bilirubin: Presence of bilirubin in concentrations up to 200 mg/L has no effect on results, within the precision of the assay.

Hemolysis: Presence of packed red blood cells in concentrations up to 30 µL/mL has no effect on results, within the precision of the assay.

Lipemia: The 50 µg/dL calibrator was serially diluted with a lipemic serum pool. This causes the degree of lipemia to increase as the cortisol concentration (due primarily to the calibrator) decreases. All dilutions were assayed along with the unspiked lipemic pool. The results show good recoveries, even in the presence of severe lipemia.

Effect of Anticoagulants: To determine whether anticoagulants interfere with the assay, blood was collected from 40 healthy volunteers into plain, heparinized and EDTA vacutainer tubes. All samples were assayed by the Coat-A-Count Cortisol procedure. By linear regression:

(Heparin) = $0.93 (\text{Serum}) + 0.59 \mu\text{g/dL}$
 $r = 0.988$

(EDTA) = $1.17 (\text{Serum}) - 0.03 \mu\text{g/dL}$
 $r = 0.998$

Means:

13.8 $\mu\text{g/dL}$ (Serum)
 13.5 $\mu\text{g/dL}$ (Heparin)
 16.2 $\mu\text{g/dL}$ (EDTA)

The results show that EDTA plasma is *not* acceptable.

Specificity: The Coat-A-Count Cortisol antiserum is highly specific for cortisol, with an extremely low crossreactivity to other naturally occurring steroids or therapeutic drugs that may be present in patient samples. (See "Specificity" table.)

Although some steroids exhibit slight crossreactivity, their normal physiological concentrations are low compared to cortisol, hence they will not significantly interfere in the Coat-A-Count Cortisol procedure. There is, however, an observed crossreactivity of approximately 76% with prednisolone, which must be considered for patients undergoing this therapy. Since prednisone is converted to prednisolone *in vivo*, caution must be exercised with cortisol determinations for patients undergoing either therapy.

Method Comparison: The assay was compared to DPC's Double Antibody Cortisol on 89 patient samples. By linear regression:

(CAC) = $1.02 (\text{DA}) - 0.25 \mu\text{g/dL}$
 $r = 0.970$

Means:

18.8 $\mu\text{g/dL}$ (Coat-A-Count)
 18.7 $\mu\text{g/dL}$ (Double Antibody)

Protein Effect: To simulate various protein concentrations, experiments were performed in which 2.0 mL aliquots of a human serum pool were freeze-dried and then reconstituted with various volumes of water (1, 2, 3 and 4 mL). Each reconstituted aliquot was then assayed by the Coat-A-Count Cortisol procedure. Note that aliquots reconstituted with half the original volume represent an extremely

high protein concentration, on the order of 14 g/dL. These results indicate that even wide variations in total protein have no clinically significant effect on the Coat-A-Count Cortisol assay. (See "Protein Effect" table for representative data.)

References

- Foster L, Dunn R. Single-antibody technique for radioimmunoassay of cortisol in unextracted serum or plasma. *Clin Chem* 1974;20:365. 2) Farmer R, Pierce C. Plasma cortisol determination: radioimmunoassay and competitive protein binding compared. *Clin Chem* 1974;20:411. 3) Ruder H, et al. A radioimmunoassay for cortisol in plasma and urine. *J Clin Endo Metab* 1972;35:219. 4) Rothfeld B, ed. Plasma cortisol. In: *Nuclear medicine in vitro*. 1974: 120. 5) Murphy B, et al. Clinical studies utilizing a new method for the serial determination of plasma corticoids. *Can Med Assoc J* 1964;90:775. 6) Spark R. Measurement of serum 11-deoxycortisol and cortisol after metyrapone. *Ann Intern Med* 1971;75:717. 7) Kowalski A, Paul W. A simple extraction procedure for the determination of free (unconjugated) cortisol in urine by radioimmunoassay. *Clin Chem* 1979;25:1152. 8) Burtis CA, Ashwood ER, editors. *Tietz textbook of clinical chemistry*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994. 9) Wilson JD, Foster DW, editors. *Williams textbook of endocrinology*. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1985. 10) National Committee for Clinical Laboratory Standards. Procedures for the collection of diagnostic blood specimens by venipuncture; approved standard. 4th ed. NCCLS Document H3-A4, Wayne, PA: NCCLS, 1998.

Technical Assistance

In the United States, contact DPC's Technical Services department.
 Tel: 800.372.1782, 310.645.8200
 Fax: 310.645.9999. To place an order:
 Tel: 800.372.1782. Fax: 800.234.4372.
 Outside the United States, contact your National Distributor.

The Quality System of Diagnostic Products Corporation is registered to ISO 9001:1994.

Tables and Graphs

Example

Tube	Duplicate CPM	Average CPM	Net CPM	Percent Bound	Cortisol $\mu\text{g/dL}$
T	84,250 83,899	84,075			
(NSB)	519 415	467	0		
A (MB)	48,585 48,351	48,468	46,001	100%	0
B	38,113 38,034	38,074	37,607	82%	1
C	26,346 26,661	26,504	26,037	57%	5
D	19,778 20,113	19,946	19,479	42%	10
E	14,049 13,851	13,950	13,483	29%	20
F	7,548 7,739	7,644	7,177	16%	50
Unknowns					
X1	28,021 28,699	28,360	25,893	56%	4.9
X2	18,879 18,896	18,888	18,421	40%	11
X3	13,402 14,483	13,943	13,476	29%	20

Quality Control Parameters:

T = 84,075 cpm

%NSB = 0.56%

%MB = 55%

20% Intercept = 37 $\mu\text{g/dL}$

50% Intercept = 6.7 $\mu\text{g/dL}$

80% Intercept = 1.2 $\mu\text{g/dL}$

Intraassay Precision ($\mu\text{g/dL}$)

Sample	Mean	SD	CV
1	3.1	0.15	4.8%
2	4.5	0.19	4.2%
3	9.9	0.47	4.7%
4	12	0.61	5.1%
5	20	0.80	3.0%
6	25	1.0	4.0%
7	34	1.5	4.4%

Interassay Precision ($\mu\text{g/dL}$)

Sample	Mean	SD	CV
1	3.3	0.17	5.2%
2	21	0.83	4.0%
3	38	2.3	6.4%

End-of-run Effect ($\mu\text{g/dL}$)

Sample	Tubes 84-89	Tubes 420-425	Tubes 700-705
1	3.1	3.0	3.0
2	12.1	11.9	12.0
3	26.2	25.3	25.5

Linearity ($\mu\text{g/dL}$)

	Dilution	Observed	Expected	%O/E
1	8 in 8	16	—	—
	4 in 8	8.0	8.0	100%
	2 in 8	4.0	4.0	100%
	1 in 8	1.9	2.0	95%
2	8 in 8	19	—	—
	4 in 8	9.4	9.5	99%
	2 in 8	4.7	4.8	98%
	1 in 8	2.3	2.4	96%
3	8 in 8	20	—	—
	4 in 8	9.3	10	93%
	2 in 8	4.8	5.0	96%
	1 in 8	2.5	2.5	100%
4	8 in 8	27	—	—
	4 in 8	14	14	100%
	2 in 8	6.7	6.8	99%
	1 in 8	3.3	3.4	97%
5	8 in 8	31	—	—
	4 in 8	16	16	100%
	2 in 8	7.9	7.8	101%
	1 in 8	3.8	3.9	97%
6	8 in 8	38	—	—
	4 in 8	19	19	100%
	2 in 8	8.8	9.5	93%
	1 in 8	4.4	4.8	92%

Recovery ($\mu\text{g/dL}$)

	Spiking Solution	Observed	Expected	% O/E
1	—	11	—	—
	A	17	17	100%
	B	23	23	100%
	C	33	34	97%
2	—	18	—	—
	A	22	24	92%
	B	29	30	97%
	C	39	41	95%
3	—	13	—	—
	A	19	19	100%
	B	25	25	100%
	C	36	36	100%
4	—	9.1	—	—
	A	15	15	100%
	B	20	22	91%
	C	30	33	91%

Specificity

Compound	µg/dL Added	Apparent Conc. µg/dL	Percent Cross-reactivity
Aldosterone	2,000	0.6	0.03%
Betamethasone	1,000	1.6	1.6%
Corticosterone	500	4.7	0.94%
Cortisone	500	4.9	0.98%
Danazol	2,000	0.2	0.01%
11-Deoxycorticosterone	2,000	5.1	0.26%
11-Deoxycortisol	50	5.7	11.4%
Dexamethasone	10,000	4.2	0.04%
Estriol	2,000	0.2	0.01%
Estrone	4,000	0.3	0.007%
Fluticasone	22	ND	ND
Flumethasone	10,000	1.7	0.017%
Methotrexate	10,000	0.4	0.004%
Methylprednisolone	100	12	12%
	200	21	11%
Prednisolone	8	6.1	76%
Prednisone	250	5.8	2.3%
Pregnenolone	2,000	0.4	0.02%
Pregnanediol	2,000	ND	—
Progesterone	10,000	1.8	0.02%
Tetrahydrocortisol	1,000	3.4	0.34%
Triamcinolone	500	0.65	0.13%
	5,000	2.26	0.045%

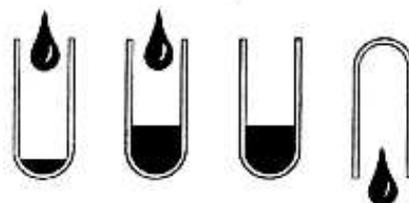
ND indicates nondetectable

Protein Effect (µg/dL)

Expt.	Recon-stitution	Approx. Conc. g/dL	Observed	Expected	O/E
1	2.00x	14.0	27.3	29.2	93%
	1.00x	7.0	14.6	—	(100%)
	0.67x	4.7	10.4	9.7	107%
	0.50x	3.5	8.1	7.3	111%
2	2.00x	14.0	32.9	34.8	95%
	1.00x	7.0	17.4	—	(100%)
	0.67x	4.7	10.8	11.6	93%
	0.50x	3.5	8.2	8.7	94%

Procedure for Serum Samples

Refer to Radioimmunoassay Procedure for details.



Add 25 µL
Calibrator,
Control or
Sample

Add 1.0 mL
¹²⁵I Cortisol
Vortex.

Incubate
45 minutes
at 37°C.

Decant
and count.

DPC[®]

Diagnostic Products Corporation
5700 West 96th Street
Los Angeles, CA 90045-5597

2002-11-07

PITKCO – 1

3.0 KIT PARA DETERMINAÇÃO DE CREATINA FOSFOQUINASE - CPK

CAT N.º 01300
Somente para
Uso in Vitro

CK-NAC MÉTODO CINÉTICO - UV



DEFINIÇÃO

O teste é realizado no soro para identificar a enzima que é encontrada no coração, músculo esquelético e também no cérebro.

SIGNIFICADO CLÍNICO

Valores elevados - Infarto agudo do miocárdio, distrofia muscular, hipertireoidismo, miocardite, embolismo, hemofilia, tétano, hipopotassemia, miocardite aguda, trombose cerebral, acidose diabética, pancreatite aguda.

Valores baixos - Gravidez (2º trimestre)

INTERFERÊNCIAS

Falsos valores elevados - Anfotericina B, Ampicilina, Carbenicilina, Clofibrato, Clorpromazine, etc.

MÉTODO

Cinético.

LINEARIDADE E ESTABILIDADE DA REAÇÃO

A reação é linear até 2.024 U/L ($\Delta A/\text{minuto} = 0,250$ a 340 nm - 30°C ou 37°C). Para valores superiores, utilizar amostra diluída em solução fisiológica corrigindo o resultado final com o fator de diluição.

COMPOSIÇÃO DO KIT

Reativo Tampão CAT N.º 01301
Tampão Imidazol pH=6,7
Volume = 60 mL

Reativo NAC CAT N.º 01302
N-acetil cisteína
Volume = 1 mL

Reativo Substrato CAT N.º 01303
Contém: CK, ADP, Glicose, NADH, Acetato de Magnésio, AMP, Di (adenosina-5') Pentafosfato.
Volume final = 15 mL x 4

Reativo HK/G-6 PDH CAT N.º 01304
Volume final = 2 mL

MATERIAL NÃO FORNECIDO (NECESSÁRIO)

Espectrofotômetro com:
Sensibilidade a 340 nm = 0001 A
Banda de passagem ≤ 10 nm
Luz estranha $\leq 0,5\%$
Espessura da cuba = 1,00 cm
Temperatura termostaticada = $\pm 0,2^\circ\text{C}$
Micropipetas e pipetas capazes de medir os volumes indicados na técnica.
Banho-maria com a temperatura indicada no procedimento.
Cronômetro.

PRECAUÇÕES

O kit não contém derivados de sangue humano, porém, considerar qualquer amostra de paciente como potencialmente infectante. Evitar o contato direto com as amostras. Não pipetar reagentes ou amostras com a boca. Descartar as sobras das reações de acordo com as Boas Práticas de Laboratório em local próprio para materiais potencialmente infectantes.

PREPARAÇÃO DOS REATIVOS

1) **TAMPÃO NAC** - Colocar o conteúdo da ampola de Reativo NAC no frasco de Reativo Tampão. Homogeneizar. Colocar no rótulo a data de preparação, estável por 12 meses refrigerado e ao abrigo da luz.

2) **REATIVO DE TRABALHO** - Dissolver o conteúdo de UM FRASCO de Reativo Substrato, adicionando ao mesmo 15 mL do TAMPÃO NAC e 0,5 mL do Reativo HK/G-6 PDH. Colocar no rótulo a data da preparação. Estável 20 dias refrigerado. Não usar Reativo de Trabalho após 20 dias de preparado ou quando sua Absorbância for maior que 0,800 em aparelho em 340 nm e zerado com água deionizada.

CONCENTRAÇÃO DO REATIVO DE TRABALHO

IMIDAZOL	100 mmol/L
CK	30 mmol/L
ADP	2 mmol/L
Glicose	20 mmol/L
NADP	2 mmol/L
HK	≥ 2.500 U/L
G-6 PDH	≥ 2.000 U/L
Acetato de Magnésio	10 mmol/L
AMP	5 mmol/L
Di (Adenosina-5') pentafosf.	10 mmol/L

VIDA ÚTIL E ARMAZENAMENTO

O kit é estável até seu vencimento impresso na caixa, desde que mantido refrigerado.

AMOSTRA

Soro obtido da maneira usual ou Plasma obtido com heparina ou Anticoagulante HB da LABORLAB. A amostra pode ser conservada até uma semana refrigerada.

TÉCNICA

A DGKC recomenda a temperatura de 25°C, o Comitê de Enzimas da SSCC 37°C e a IFCC sugere 30°C.

A) Procedimento a 30°C ou 37°C e 340 nm.

Em uma cubeta mantida a temperatura escolhida 30°C ou 37°C. Colocar: Reativo de Trabalho 1,0 mL Incubar por 3 a 4 minutos Colocar: Amostra 20 μL

Misturar imediatamente, ajustar a Absorbância do Espectrofotômetro em uma leitura de referência, após 3 minutos disparar o cronômetro e anotar a Absorbância (inicial), após EXATOS 1, 2 e 3 minutos ANOTAR AS RESPECTIVAS ABSORBÂNCIAS.

Determinar o $\Delta A/\text{minuto}$, subtraindo cada leitura anotada da anterior e efetuando a média dos valores.

CÁLCULOS

$CK_{30^\circ\text{C}} (37^\circ\text{C}) \text{ U/L} = \Delta A/\text{min} \times 8095$

B) Procedimento a 25°C e 340 nm.

A atividade a esta temperatura é menor, portanto UTILIZAR 50 μL de amostra, registrar as leituras após 4 minutos de colocada a amostra, continuar como no procedimento anterior (A).

CÁLCULOS

$CK_{25^\circ\text{C}} \text{ U/L} = \Delta A/\text{min} \times 3333$

VALORES DE REFERÊNCIA

Temperatura	25°C	30°C	37°C
Homem U/L	10-80	15-130	24-195
Mulher U/L	10-70	15-110	24-170

APRESENTAÇÃO

Kit suficiente para o preparo de 60 mL (4 x 15 mL) de Reativo de Trabalho 60 reações de 1 mL.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Deutschen Gesellschaft fur Klinische Chemie Z. Klin.Chem. 10:281 (1972)
- 2 - Scandinavian Society for Clinical Chemistry Scand. J. Clin. Lab. Invest. 33:291 (1974).
- 3) International Federation of Clinical Chemistry Clinica Chimica Acta. 105:147 F (1980).

4.0 FIGURAS



Figura 1.
Chegada dos animais no frigorífico.

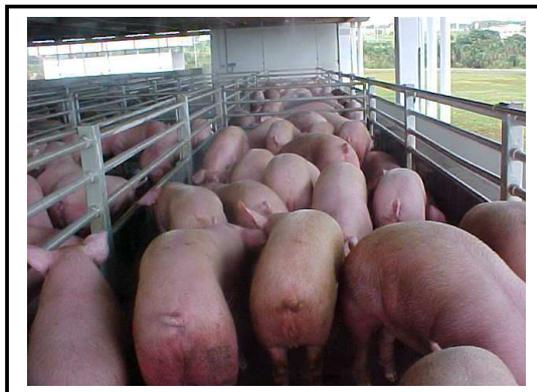


Figura 2.
Baias de espera.

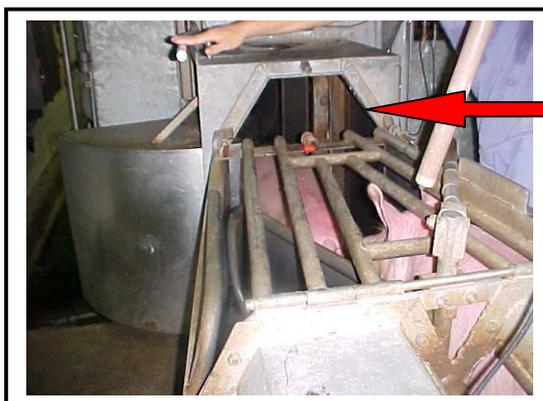


Figura 3.
Entrada na gôndola de insensibilização.



Figura 4.
Entrada na fila indiana paralela.

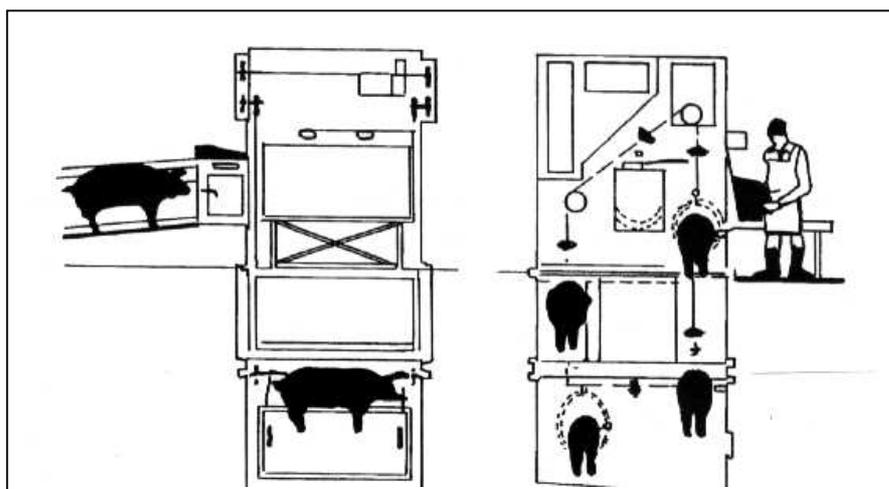


Figura 5.
Esquema do sistema de insensibilização gasoso (CO₂) utilizado.



Figura 6.
Animal sendo retirado da gôndola de insensibilização no final do ciclo.



Figura 7.
Suspensão para a trilhagem de sangria.



Figura 8.
Insensibilização elétrica manual.



Figura 9.
Amostragem do sangue.



Figura 10.
Transferência da amostra para tubo de centrifuga heparinizado.



Figura 11.
Início da Centrifugação.



Figura 12.
Final da Centrifugação.



Figura 13.
Coleta do plasma.



Figura 14.
Armazenamento em N₂.

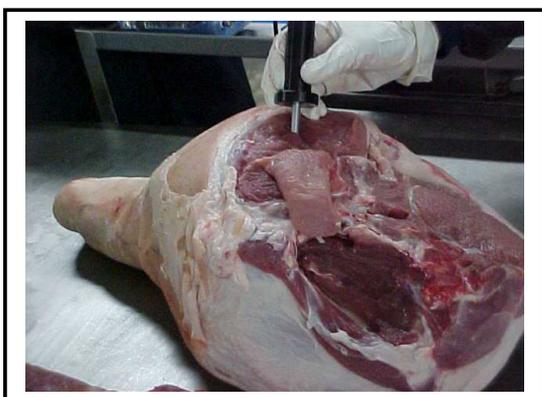


Figura 15
Mensuração do pH 24h *pm* no músculo *semimembranosus*.



Figura 16.
Mensurações do pH 24 h. *post-mortem*.

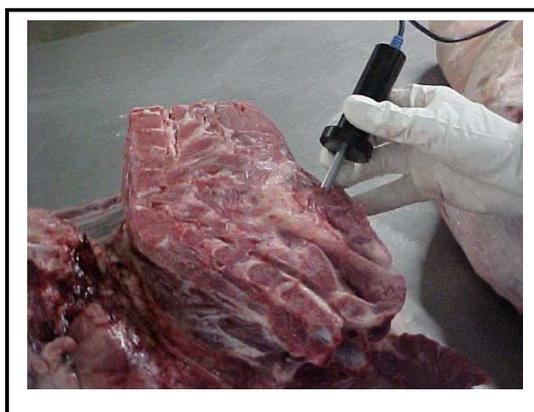


Figura 17.
Mensuração do pH 24h *pm* no músculo *semispinalis captis*.



Figura 18:
Mensuração objetiva da cor.



Figura 19.
Resultados de cor no sistema (L, a*, b*).

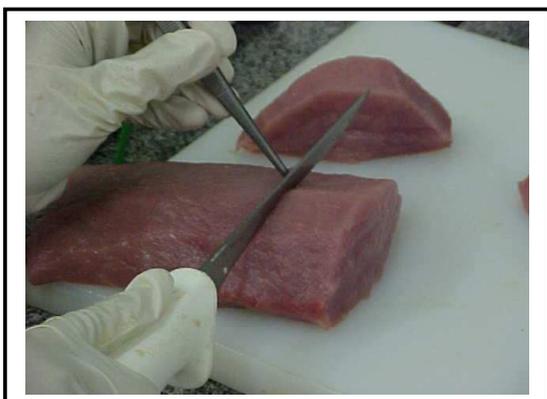


Figura 20.
Corte da amostra do *L. dorsis*.

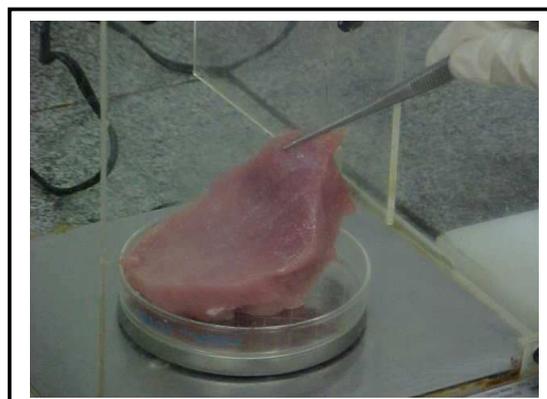


Figura 21.
Pesagem da amostra para determinação da perda por exsudação.

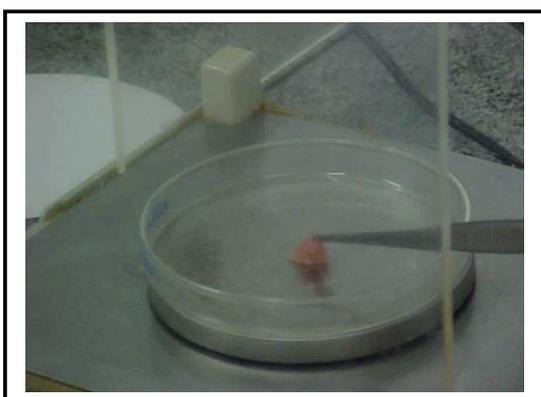


Figura 22.
Pesagem em balança analítica.



Figura 23.
Prensagem da capacidade de retenção de água - CRA



Figura 24.
Exsudação de líquido.

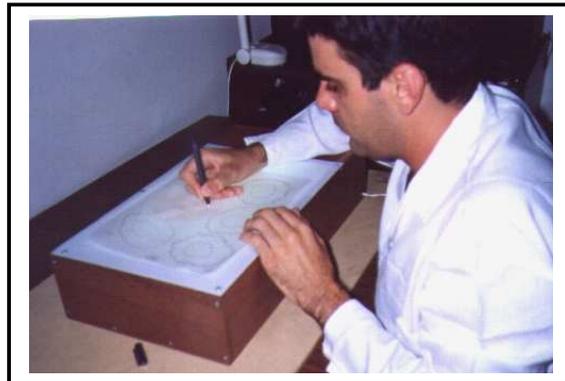


Figura 25.
Leitura da capacidade de retenção de água das amostras.



Figura 26.
Identificação dos animais.



Figura 27.
Mensuração da refletância luminosa interna no lombo 45min. *pm.*



Figura 28.
Mensuração da refletância interna no lombo 24⁰ h. *pm.*



Figura 29.
Carcaça em cortes principais.



Figura 30.
Esposteamento da paleta.



Figura 31.
Esposteamento do lombo.



Figura 32.
Avaliação do nível de salpicamento no Coxão-Mole, Alcatra e Patinho.

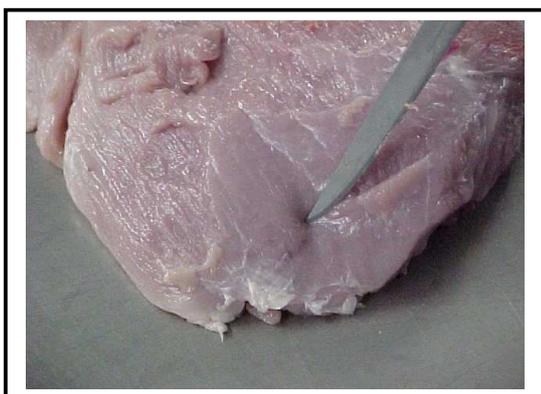


Figura 33.
Ausência de salpicamento.



Figura 34.
Ligeiro Salpicamento.



Figura 35.
Avaliação do nível de
escoriações da pele

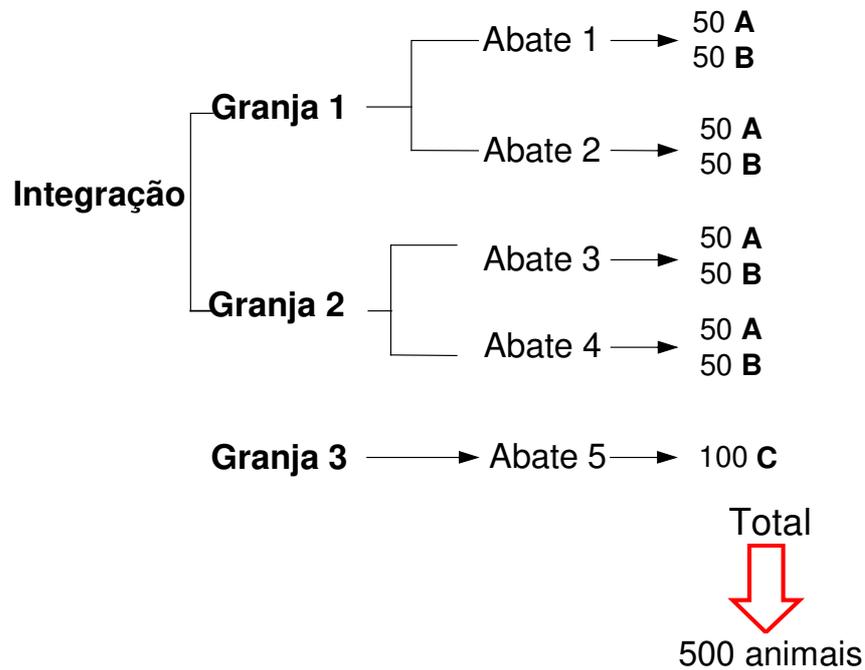


Figura 36.
Avaliação do reflexo palpebral

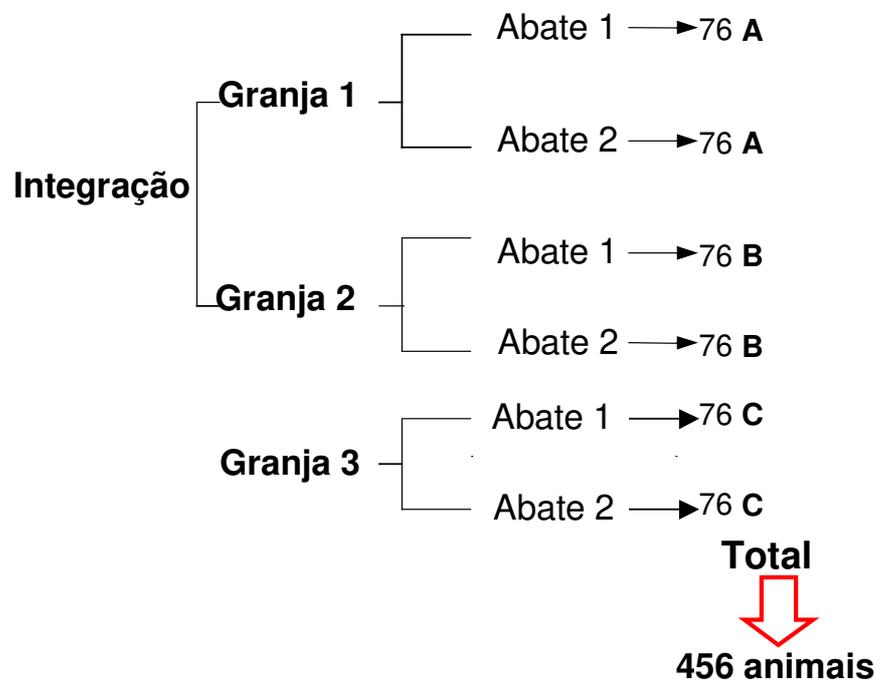


Figura 37:
Mensuração dos níveis plasmáticos de
Creatina Fosfoquinase - CPK e Lactato
com o equipamento RA-XT Technicon
Bayer

5.0 FLUXOGRAMAS DE TRABALHO



Fluxograma 1. Seqüência de abates realizados na primeira fase experimental.



Fluxograma 2. Seqüência de abates realizados na segunda fase experimental.