

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

BEM-ESTAR ANIMAL NO TRANSPORTE E A
INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

CHARLI BEATRIZ LUDTKE

BOTUCATU – SP

Abril 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**BEM-ESTAR ANIMAL NO TRANSPORTE E A
INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**

CHARLI BEATRIZ LUDTKE

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, como requisito para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça

BOTUCATU – SP

Abril 2008

Nome do Autor: Charli Beatriz Ludtke

Título: BEM-ESTAR ANIMAL NO TRANSPORTE E A INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
Presidente e Orientador
Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. José Paes de Almeida Nogueira Pinto
Membro
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Dirlei Antônio Berto
Membro
Departamento de Produção e Exploração Animal
FMVZ – UNESP- Botucatu

Pesquisador. Dr. Osmar Antônio Dalla Costa
Membro
Embrapa Suínos e Aves
Concórdia - SC

Prof. Dra. Jacinta Diva Ferrugem Gomes
Membro
Departamento de Zootecnia
FZEA – USP - Pirassununga

Data da Defesa: 29 de abril de 2008.

Dedico este trabalho a
minha mãe que sempre me
incentivou, fazendo-me acreditar que posso
tornar a vida uma constante realização.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Roberto de Oliveira Roça, pela dedicação, ensinamentos, incentivo e amizade “sempre serei grata”.

Ao co-orientador Expedito Tadeu Facco Silveira, pela ajuda e incentivo em viabilizar o trabalho.

As minhas queridas irmãs de coração Juliana, Camila, Aurélia, Verônica, Sandra, Ana Paula e Natália pelo carinho, solidariedade e companheirismo demonstrado no decorrer de todo curso.

À minha família em especial a minha vó e aos meus irmãos Soninha, Vitor e Welton pelo incentivo e amor sempre presente.

Aos pós-graduandos e funcionários do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial- FCA-UNESP pela amizade no decorrer do projeto;

Aos amigos do CTC-ITAL e Instituto de Zootecnia-Nova Odessa pelo inestimável empenho em viabilizar a parte experimental deste trabalho.

Aos amigos Erich, Amilton, Dario, Claudia, Sabrina, Luciana, Gil, Ernani, Roberto, Marleide, Rafael, Dorival, Cleise, Helio, Estefania, Igor, André, Luciano, Débora e Ricardo pelos momentos de descontração e amizade.

À Triel-HT em especial ao Darlan Dalla Rosa pela cooperação em viabilizar o veículo de transporte, Cooperio por disponibilizar as granjas, aos motoristas Flavio e Roque pela paciência e amizade, e a Cooperativa Central Oeste Catarinense Aurora por possibilitar a realização deste experimento nas suas instalações de abate.

À World Society Protection of the Animals- WSPA em especial ao Antonio e a Ingrid pelo carinho e incentivo.

Aos pesquisadores Osmar Antonio Dalla Costa, Luigi Faucitano e Mateus Paranhos da Costa pelos ensinamentos, amizade e cooperação no decorrer da minha carreira profissional.

À Prof. Eunice Oba e sua equipe Unesp/Botucatu pelo auxílio na execução das análises bioquímicas.

Ao apoio financeiro do auxílio à pesquisa da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPQ pela bolsa de doutorado permitindo viabilizar este projeto.

À Deus a força que move os meus caminhos.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

μg- micrograma

a*- variação entre a coloração vermelha (+a*) a verde (-a*)

ACTH- adrenocorticotropina

ADP- adenosina difosfato

ATP- adenosina trifosfato

b- variação entre a coloração amarelo (+b*) a azul (-b*)

cm- centímetros

CK- creatina fosfoquinase

CRA- capacidade de retenção de água

CO₂- dióxido de carbono

CRH- corticotropina

DFD- carne escura, firme e seca

g- grama

h- horas

HPA - eixo hipotálamo-hipófise-adrenal

Kg- quilograma

Km- quilômetro

L*- luminosidade, brilho ou reflectância

LD- *Longissimus dorsi*

Lb - libras

m²- metros quadrados

mg- miligramas

mL- mililitros

nm- nanômetro

pH- potencial hidrogênio iônico.

pH₁- pH inicial

pH_{24h} - pH 24 horas

pH_U- pH final

pol²- polegadas ao quadrado

PSE- carne pálida, mole, exsudativa

RSE- vermelha, mole, exsudativa

S- segundos

V- volts

V1- veículo 1

V2- veículo 2

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Valores médios e erros dos escores de lesões em carcaça suína em relação ao método de embarque e desembarque (E1 e E2) e níveis descritos de probabilidade do teste da análises de variância.....	47
Tabela 2 – Valores médios de escores de lesões e erros padrões em carcaças suínas em relação às linhagens genéticas (A, B, C) e níveis de probabilidade do teste F da análise de variância	47
Tabela 3 – Valores médios das avaliações físico-químicas das características da qualidade de carne e erros padrões em relação ao método de embarque e desembarque (E1 e E2) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância	49
Tabela 4 – Valores médios das avaliações físico-químicas das características da qualidade de carne e erros padrões em relação a genética (A, B, C) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância	49

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Valores médios dos indicadores de estresse e erros padrões em relação ao método de embarque e desembarque e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.....	64
Tabela 2 – Valores médios dos indicadores de estresse e erros padrões em relação às linhagens A, B, C e níveis descritivos de probabilidade do teste F de análise de variância	64

SUMÁRIO

Lista de siglas e abreviaturas	vi
Lista de tabela.....	Viii
Resumo	xiii
Abstract	xV
Capítulo I	
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	2
2.1. Caracterização do estresse.....	2
2.2. Formas de avaliação do estresse.....	2
2.2.1. Determinação do cortisol.....	5
2.2.2. Determinação de lactato e creatina fosfoquinase.....	7
2.3. Influência do estresse na qualidade da carne.....	8
2.4. Bem-estar durante o transporte.....	9
2.4.1. Importância.....	9
2.4.2. Embarque.....	10
2.4.3. Densidade de transporte.....	12
2.4.3.1. Regulamentações	12
2.4.4. Mortalidade e qualidade da carne.....	14
2.4.5. Distância e duração do transporte.....	15
2.4.6. Modelo do veículo.....	17
2.4.7. Situações de estresse no frigorífico.....	21
3. Referências bibliográficas.....	25
Capítulo II	
Artigo: Bem-estar animal no transporte e a influência na qualidade da carne suína	
Resumo	38
Abstract.....	39
1. Introdução	40
2. Material e métodos	41
2.1. Material.....	41

2.1.1 Granja.....	41
2.1.2. Modelos de carrocerias dos veículos de transporte	41
2.2. Métodos.....	43
2.2.1 Experimento	43
2.2.2 Amostragem	43
2.2.3. Avaliação da característica visual.....	44
2.2.3.1. Lesões da pele (escoriações).....	44
2.2.4. Avaliações das características físico-químicas.....	44
2.2.4.1. pH.....	44
2.2.4.2. Cor.....	44
2.2.4.3. Perda por exsudação.....	45
2.2.4.4. Capacidade de retenção de água (CRA).....	45
2.2.5. Estatística.....	45
3. Resultados e discussão.....	46
3.1. Avaliação da característica visual.....	46
3.1.1. Lesões da pele (escoriações).....	46
3.2. Avaliações das características físico-químicas da carne.....	48
4. Conclusão	50
5. Referências bibliográficas.....	51

Capítulo III

Artigo: Bem-estar animal no transporte e a influência nos parâmetros de estresse sanguíneo

Resumo	55
Abstract.....	56
1. Introdução	57
2. Material e métodos	59
2.1. Material.....	59
2.1.1 Granja.....	59
2.1.2. Modelos de carrocerias dos veículos de transporte	59
2.2 Métodos	60
2.2.1 Experimento	60
2.2.2 Amostragem	61
2.2.3 Avaliação dos indicadores de estresse	61

2.2.3.1 Cortisol	61
2.2.3.2 Lactato creatina Fosfoquinase	61
2.2.4 Estatística	62
3. Resultados e discussão	62
3.1 Avaliações dos indicadores de estresse.....	62
4. Conclusão	65
5. Referências bibliográficas	66
Capítulo IV	
1. Considerações finais	68

LUDTKE, C.B. **BEM-ESTAR ANIMAL NO TRANSPORTE E A INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**. Botucatu, 2008, p. 68 Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

O efeito do método de embarque e desembarque nas características da qualidade da carne e nos níveis sanguíneos de estresse foi avaliado em suínos provenientes de três linhagens genéticas (A, B, C) comercializadas no Brasil. Um total de 120 suínos machos, pesando em média 115Kg provenientes de três granjas apresentando distância do frigorífico variando de 100 a 120Km foram divididos em seis grupos (n= 20 suínos) e submetidos a dois tipos de veículos para o transporte. O veículo 1 possui um sistema de embarque e desembarque, com carroceria com piso móvel (E1) e o veículo 2 apresenta o embarque e desembarque convencional, com carroceria com piso fixo (E2). Para a avaliação da qualidade da carne utilizou-se as características físico-químicas (pH, cor, perda por exsudação e capacidade de retenção de água) e para os níveis de estresse no sangue, foram determinadas as concentrações de cortisol, lactato e creatina fosfoquinase. Os valores médios obtidos para o pH_{24h} ($5,60 \pm 0,046$ e $5,57 \pm 0,046$), cor L*_{24h} ($41,52 \pm 1,256$ e $41,21 \pm 1,486$), perda por exsudação ($4,76 \pm 0,391$ e $4,86 \pm 0,391$) e capacidade de retenção de água ($0,038 \pm 0,03$ e $0,039 \pm 0,003$) não demonstraram diferença significativa entre os métodos de embarque e desembarque (E1 e E2) nas genéticas A, B e C. Os dados da incidência de escoriações de pele no pernil ($0,59 \pm 0,090$; $0,531 \pm 0,090$), corpo ($0,896 \pm 0,076$; $0,757 \pm 0,076$) e paleta ($0,612 \pm 0,050$; $0,531 \pm 0,050$) também não diferiram entre os métodos de embarque e desembarque nas genéticas A, B e C. Constatou-se diferença ($p < 0,05$) na concentração de cortisol entre os métodos de embarque e desembarque (E1 e E2), no entanto, os níveis de lactato e creatina fosfoquinase não diferiram significativamente. Níveis menores de cortisol plasmático ($p < 0,05$) foram encontrados na linhagem genética A, quando comparada a B e C.

Conclui-se que o método de embarque e desembarque teve efeito nos níveis de estresse, mas não foi o suficiente para causar alterações na qualidade da carne.

Palavras-chave: Bem-Estar Animal, Transporte, Qualidade de Carne, Suínos.

LUDTKE, C.B. **ANIMAL WELFARE DURING TRANSPORT AND THE INFLUENCE ON PORK QUALITY**. Botucatu, 2008, p.68, Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

The effect of loading and unloading methods on meat quality and on blood stress levels were evaluated in pigs from three genetic lineage (A, B, C) marketed in Brazil. 120 male pigs, weighing 115Kg on average, from three different farms whose distance from the slaughterhouse ranged from 110Km to 120Km, were divided in 6 groups (n=20 pigs) and subjected to two kinds of vehicle for transport. Vehicle 1 has loading and unloading system, with mobile floor body (E1) and vehicle 2 has conventional loading and unloading system, with fixed floor body (E2). For the evaluation of meat quality, physiochemical characteristics have been used (pH, color, drip loss, water holding capacity) and for blood stress levels, concentrations of cortisol, lactate and creatine phosphokinase. The obtained results for pH_{24h} ($5,60 \pm 0,046$ and $5,57 \pm 0,046$), color L*_{24h} ($41,52 \pm 1,256$ and $41,21 \pm 1,486$), drip loss ($4,76 \pm 0,391$ and $4,86 \pm 0,391$) and water holding capacity ($0,038 \pm 0,03$ and $0,039 \pm 0,003$) haven't shown meaningful difference between the kinds of loading and unloading methods (E1 and E2) on the genetics A, B and C. The data about incidence of skin damage on the ham ($0,59 \pm 0,090$; $0,531 \pm 0,090$), body ($0,896 \pm 0,076$; $0,757 \pm 0,076$) and shoulder blade ($0,612 \pm 0,050$; $0,531 \pm 0,050$), have not differed between loading and unloading methods in genetics A, B and C, either. Difference in cortisol concentration ($p < 0,05$) has been found out between loading and unloading methods (E1 and E2). However, lactate and creatine phosphokinase levels haven't differed meaningfully. Lower plasmic cortisol levels ($p < 0,05$) were found in genetic lineage A, when compared to B and C. It has been concluded that the loading and unloading methods had effects on stress levels but they were not enough to cause alterations in meat quality.

Key words: Animal Welfare, Transport, Meat Quality, Pork.

1. INTRODUÇÃO

Os procedimentos do manejo pré-abate englobam diferentes fatores estressantes para os animais, os quais são considerados uns dos mais importantes influenciadores nos aspectos qualitativos da carne. Durante as etapas do manejo pré-abate, o transporte, principalmente no que se refere ao embarque e desembarque dos animais, é considerado o momento de maior estresse, devido à interação do homem, às mudanças de ambiente e a dificuldade dos animais em se deslocar sobre rampas, que, na maioria das vezes, se encontram com ângulo de inclinação além do permitido, que deve ser de no máximo 20°.

O manejo dos suínos com bastões elétricos ou de madeira para que embarquem ou desembarquem através das rampas, quando há diferença de altura nas instalações da granja ou frigorífico colabora com a incidência dos defeitos na carcaça e aumento dos níveis de estresse nos animais, devido facilitar o manejo agressivo pelos funcionários, que ficam nervosos e impacientes quando os animais não se deslocam com rapidez e facilidade nas rampas.

Suínos transportados de maneira estressante podem apresentar modificações no comportamento e nas respostas fisiológicas. Esta prática de manejo influi na indução do estresse psicológico e físico. O estresse aumenta a liberação de hormônios adrenérgicos e corticotróficos, que interferem nas reservas de glicogênio muscular, antecipando a glicólise *post-mortem*. Dependendo da intensidade do estresse, pode resultar em valores de pH desfavoráveis, que combinado à temperatura elevada das carcaças suínas, provocam diminuição da capacidade de retenção de água, ocorrendo aumento na incidência de carne pálida, mole, exsudativa (PSE).

A substituição dos veículos com carrocerias convencionais por veículos com carrocerias com piso móvel facilita o embarque e desembarque dos suínos, reduz a ocorrência de intervenções agressivas pelos funcionários e permite substituir o bastão elétrico pela tábua de manejo, contribuindo na diminuição do estresse e perdas de qualidade da carne.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTRESSE

O estresse é o principal indicador utilizado para avaliar o bem-estar animal. A maioria dos autores, entre os quais se destacam Grandin (1998), Moberg (2000), Pinheiro Machado Filho & Hötzel (2000), descrevem que sob estresse os animais desenvolvem mecanismos de respostas, quando sua homeostasia está ameaçada, necessitando de ajustes fisiológicos ou comportamentais para adequar-se aos aspectos adversos do manejo ou do ambiente. A adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas e comportamentais, que visam manter o equilíbrio das funções vitais (BARNETT & HEMSWORTH, 1990; von BORELL, 1995).

A primeira reação ao estresse é o reconhecimento do agente estressante com alteração do comportamento. Portanto, os animais têm reações comportamentais ao serem expostos a estímulos estressantes na tentativa de escapar ou aliviar-se do estressor (MOBERG, 2000). As alterações comportamentais de estresse são rápidas, especialmente em situações agudas que revelam medo e refletem o sentimento dos animais para evitar o agente estressante (PASSILLÉ *et al.*, 1995). Suínos submetidos a condições estressantes no manejo pré-abate aumentam a incidência de vocalização. Grandin (1998) e Warriss *et al.* (1994) mediram os níveis de vocalização e constataram correlação positiva entre vocalização e estresse, demonstrando que o manejo pré-abate inadequado altera o comportamento dos suínos.

A defesa biológica contra o agente estressor ocorre por ativação do sistema nervoso autônomo, através de uma resposta rápida ao estresse, denominada “alarme”, “síndrome de emergência” ou também “reação de luta ou fuga” (CANNON, 1929; MOBERG, 2000). A resposta ocorre quando os estímulos externos e internos são conduzidos via sistema nervoso, por neurotransmissores, até o hipotálamo, onde é secretado o hormônio liberador de corticotropina (CRH). Esse hormônio é transportado até a hipófise (pituitária), estimulando a síntese e a liberação de adrenocorticotropina (ACTH), que, por sua vez, estimula a liberação de glicocorticóides (cortisol) e catecolaminas (adrenalina e noradrenalina) pela glândula adrenal. O CRH

também estimula a resposta rápida de “luta ou fuga”, que, num mecanismo coordenado pelo eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), cria diferentes sinais, entre os quais se encontra o aumento da frequência respiratória e cardíaca nos animais (MATTERI *et al.*, 2000).

Um dos exemplos mais evidentes da resposta rápida é a movimentação dos suínos no pré-abate. Brundige *et al.* (1999) verificaram aumento na frequência cardíaca de suínos manejados no carregamento e descarregamento, utilizando bastão elétrico. Estas alterações foram acompanhadas de indicadores comportamentais de agitação (vocalizações, perda de equilíbrio) e hormonais (aumento do cortisol).

Os glicocorticóides (cortisol) desempenham importante papel na gliconeogênese, que, no fígado, converte gordura e proteína em glicose para produção de energia. Esses hormônios potencializam a síntese e ação da epinefrina, a qual estimula a gliconeogênese e lipólise, mobilizando os estoques de energia para uma vigorosa atividade, regulando, ao mesmo tempo, a concentração de glicocorticóides para manter a homeostasia.

O aumento na liberação de hormônios adrenérgicos e corticosteróides interfere nos níveis de glicogênio e fosfocreatina muscular e, conseqüentemente, nas concentrações de ATP, lactato e íons hidrogênio. O acúmulo de lactato e íons hidrogênio causam o declínio do pH *post mortem* (WARRISS *et al.*, 1998b; D’SOUZA *et al.*, 1998; STØIER *et al.*, 2001; HENCKEL *et al.*, 2002; ALLISON *et al.*, 2003).

Acredita-se que o principal problema não está na natureza das defesas biológicas durante o estresse, mas no seu impacto para o animal. Portanto, para determinar quando ou quanto o estresse afeta o bem-estar animal, deve ser avaliado o custo do desvio de energia de outras funções biológicas (MOBERG, 2000).

2.2. FORMAS DE AVALIAÇÃO DO ESTRESSE

Há pelo menos dois métodos para medir o estresse que é a avaliação do comportamento e a avaliação das funções biológicas (endócrinas e enzimáticas) nos fluídos ou tecidos dos animais. No caso dos animais que serão abatidos, as informações adicionais do estresse *ante-mortem*, podem ser

obtidas por avaliações posteriores na carcaça (MOBERG, 1985; SHAW & TUNE, 1992).

A fadiga e o estresse podem ser avaliados através de análises bioquímicas no plasma (adrenalina, noradrenalina, cortisol), reações comportamentais, avaliações visuais e físico-químicas da carcaça. Individualmente, estas medidas não têm demonstrado qualidade para quantificar a situação de estresse. No entanto, quando associadas, representam uma metodologia eficaz.

As medidas fisiológicas associadas ao estresse têm sido baseadas no fato de que se o estresse aumenta, o bem-estar diminui. Por outro lado, os indicadores comportamentais são baseados especialmente na conduta anormal e do comportamento que se afasta do que é realizado no ambiente natural. O fato de um animal evitar um determinado objeto ou uma situação fornece evidências fortes de seus sentimentos e, portanto, sobre seu bem-estar. Quanto mais forte for o ato de evitar, menor será o bem-estar enquanto o objeto estiver presente ou o acontecimento estiver ocorrendo. Uma situação em que o animal é incapaz de adotar sua postura de deitar favorita depois de repetidas tentativas, possui seu bem estar diminuído em relação àquele que consegue adotar sua postura favorita (BROOM & FRASER, 2007)

Diversos comportamentos são capazes de fornecer uma informação imediata sobre o bem-estar dos animais. Eles podem compreender desde uma total apatia, passando por estereotípias, até alta agressividade (BROOM & FRASER, 2007).

Um comportamento estereotipado é aquele que se apresenta de forma constante, repetitivo, como movimentos da língua, balançar a cabeça ou o corpo (BROOM & FRASER, 2007).

Existe também o comportamento denominado atividade no vácuo ou atividades ocas. Eles são realizados na ausência do estímulo ambiental apropriado, como imitação de banho de areia, mastigação virtual, ruminação simulada, cobertura da comida com areia imaginária, construção do ninho na ausência de materiais (BROOM & FRASER, 2007).

Inatividade prolongada, depressão, ausência de resposta, hiperatividade e histeria, definidos como reatividade anômala, também são alterações comportamentais que representam uma diminuição no bem estar dos animais.

As atividades redirecionadas, que podem se apresentar como comportamentos auto-direcionados, direcionados ao ambiente ou a outro animal, como chupar o umbigo de outro animal como se fosse uma teta, hiperfagia, polidipsia, puxar e comer a lã ou morder a cauda de outro animal, também são indicadores de estresse (BROOM & FRASER, 2007).

Há fatores que podem influenciar na percepção do estímulo, permitindo uma melhor resposta do animal e diminuindo os gastos metabólicos, entre os quais podem ser destacados um adequado manejo humano-animal, experiência prévia, idade e genética (MOBERG, 2000).

2.2.1. DETERMINAÇÃO DE CORTISOL

Os animais elevam os níveis plasmáticos de cortisol no manejo pré-abate em resposta ao estresse psicológico sofrido, que prepara seu organismo com suprimento extra de energia, permitindo a “reação de luta ou fuga”.

O cortisol é produzido como consequência, primeiramente, da produção de interleukin 1-beta no hipotálamo e, posteriormente, da liberação do hormônio corticotrófico (CRH), também chamado de fator liberador de corticotrofina, que leva à liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) da adeno-hipófise ou supra-renal anterior. O ACTH percorre a parte externa da glândula adrenal, o córtex, produzindo os glicocorticóides e liberando no sangue (BROOM & FRASER, 2007), resultando em elevada concentração de glicose plasmática, através do aumento da glicogenólise hepática e gliconeogênese associada ao catabolismo da proteína (SHAW & TUNE, 1992; SHAW & TROUT, 1995). O efeito final dessas alterações metabólicas é aumentar a glicose sanguínea até seu nível normal e armazenar glicogênio para suprir com energia (NELSON & COX, 2002).

Quando o ACTH é injetado em um suíno, a concentração de cortisol plasmático aumenta. Outra parte do cortisol, que não atinge o sangue, se difunde na saliva da glândula salivar. Desta forma, após um pequeno período de tempo, também é possível medir o cortisol na saliva, embora as concentrações sejam mais baixas do que no plasma (BROOM & FRASER, 2007).

Medidas de glicocorticóides no plasma e na saliva são particularmente úteis nos estudos do bem-estar animal durante avaliações práticas em períodos relativamente curtos. Dessa forma, durante o transporte dos animais, os efeitos de vários componentes do processo de transporte podem ser avaliados pelo monitoramento das concentrações de glicocorticóides.

Broom & Fraser (2007) monitoraram em outras espécies o aumento do cortisol plasmático quando os animais foram transportados. Apesar de não haver brutalidade e os funcionários manejaram os animais com o máximo de cuidado, observou-se claramente perturbação no embarque, com aumento nos níveis de cortisol durante as primeiras 6 horas. À medida que os animais se adaptavam ao novo ambiente, a concentração de cortisol diminuía, chegando próximo aos níveis basais. Durante as últimas 3 horas de viagem, as curvas e a aceleração causaram estresse aos animais, ocorrendo o aumento na concentração de cortisol. Este estudo evidenciou que a medida da concentração de cortisol fornece informações sobre o bem-estar animal em períodos relativamente curtos.

Em uma situação onde é difícil obter uma amostra de sangue ou saliva, pode-se medir os glicocorticóides ou seus metabólitos na urina ou nas fezes. Porém, o tempo que leva para as substâncias excretadas chegarem à urina ou às fezes deve ser levado em consideração (BROOM & FRASER, 2007).

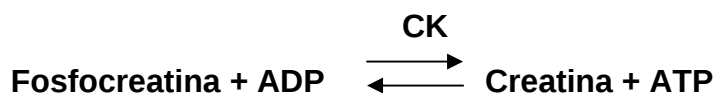
Grandin (1994) observou que em situações de extremo estresse, os valores de cortisol podem dobrar ou quadruplicar. Shaw & Tume (1992) sugeriram que na comparação de dois tratamentos, em relação ao estresse, o grupo que produzir cortisol em valores médios mais baixos deva ser adotado como o menos estressado, portanto, não prescindindo de padrões pré-estabelecidos.

Warriss *et al.* (1998a) e Gispert *et al.* (2000) mediram as concentrações plasmáticas de cortisol e encontraram correlação positiva entre os níveis deste e o grau de lesões de pele, causadas por brigas entre os suínos no manejo. Warriss *et al.* (1998c) e Pérez *et al.* (2002) avaliaram tempos diferentes de transporte e constataram diferença significativa nas concentrações de cortisol.

2.2.2. DETERMINAÇÃO DE LACTATO E CREATINA FOSFOQUINASE

Em situações de estresse intenso, pode ocorrer exaustão muscular formando grandes quantidades de ácido láctico, resultante da degradação intensa do glicogênio muscular, o qual poderá ser liberado na corrente sanguínea. Como resultado, altas concentrações de lactato plasmático são formadas na exaustão muscular. Adicionalmente, liberação de catecolaminas e aumento da atividade enzimática, como resultado de medo ou excitação, podem causar rápida glicogenólise (SHAW & TUNE, 1992).

A enzima comumente utilizada para avaliar danos musculares é a creatina fosfoquinase, que está envolvida no processo metabólico de obtenção de energia, como descrito abaixo (WARRISS *et al.*, 1998).



Onde:

ADP- Adenosina difosfato

ATP- Adenosina trifosfato

CK- Creatina fosfoquinase

Warriss *et al.* (1994) observaram diferenças nas concentrações de lactato e creatina fosfoquinase em suínos abatidos em condições de estresse e mínimo estresse. Gispert *et al.* (2000) avaliaram as concentrações de lactato, em suínos que possuíam escores altos de lesões de pele e constataram que, quanto mais numerosas as lesões, maior a deposição de lactato. Aumento nos níveis de lactato e creatina fosfoquinase também pode ser causado por outras situações de estresse, conforme foi observado por Warriss *et al.* (1998b) e Perez *et al.* (2002), em relação aos tempos de transporte.

2.3. INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NA QUALIDADE DA CARNE

O manejo pré-abate estressante influencia negativamente a qualidade da carne suína. As correlações entre as reações induzidas por fatores estressantes e a qualidade da carne, especialmente em termos de capacidade de retenção de água e cor foram comprovadas por diversos autores, entre os quais se citam Tarrant (1989); Warriss (1998b); Milligan *et al.* (1998); Faucitano (2001), Nani Costa (2002) e Rosenvold & Andersen (2003a). Há necessidade de monitorar os pré-requisitos fisiológicos do músculo no momento do abate, devido à relação existente com a qualidade final (HENCKEL *et al.*, 2002).

A conversão de músculo em carne é um processo que demanda energia. No músculo, a energia provém da quebra de ATP em ADP e fósforo inorgânico. Após a morte, o ATP é restabelecido pela conversão de ADP para ATP, pela transferência do fosfato da fosfocreatina e degradação de glicogênio. O declínio observado no pH depende da habilidade para formação de lactato, a partir do glicogênio disponível (BENDALL, 1973). As reações bioquímicas básicas fundamentam o declínio do pH após a morte, e este declínio exerce a maior influência nas características da qualidade da carne (BENDALL, 1973; HENCKEL *et al.*, 2002).

O declínio do pH depende das concentrações iniciais de glicogênio e fosfocreatina (BENDALL, 1951) que, em situações de estresse, são mobilizadas para produção de energia. Se o estresse é baixo, a energia é provida do processo aeróbico, existindo oxigênio suficiente para suprir o músculo. Se o animal é abatido durante este estágio, pode não ser possível detectar nenhuma influência no desenvolvimento do pH *post-mortem* ou na qualidade da carne. Os níveis de glicogênio podem também não ser significativamente reduzidos. Entretanto, dependendo da duração e da intensidade do estresse, a depleção do glicogênio poderá ocorrer (GOLLNICK & MATOBA, 1984). Um exemplo são as situações causadas por longas distâncias de transporte, que promovem degradação lenta do glicogênio muscular. A carne acidifica pouco no *post-mortem* e resulta em pH_{24h} próximo ao inicial, apresentando superfície seca, coloração escura e textura firme (DFD), segundo Leheska *et al.* (2003).

No estresse de alta intensidade, o processo de degradação é semelhante ao descrito anteriormente, porém a velocidade e a exigência de energia são maiores, implicando numa rápida exaustão muscular e em altas concentrações de ácido láctico (SAHLIN *et al.*, 1998; HENCKEL *et al.*, 2002). Se o animal é abatido nesse momento, ocorrem antecipação e diminuição do pH *post mortem*. A velocidade de queda do pH pode aumentar de duas a quatro vezes já nas primeiras horas (SWATLAND, 1995). O desenvolvimento de acidez (baixo pH) no músculo, associado às temperaturas elevadas (acima de 25°C), provoca desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, durante a conversão do músculo em carne (LAWRIE *et al.*, 1998; JOO *et al.*, 1999; CHANON *et al.*, 2000). Em casos extremos de desnaturação protéica, o defeito PSE é facilmente observado.

2.4. BEM ESTAR DURANTE O TRANSPORTE

2.4.1. IMPORTÂNCIA

Em janeiro de 2005, a Comissão da União Européia publicou o regulamento relativo à proteção dos animais durante o transporte (EC, 2005), que estabelece normas específicas para atender o bem-estar dos animais durante o transporte e exige que todo o condutor que transporte carga viva deve passar por curso de formação em centros de treinamentos credenciados, para atender os requisitos de bem-estar animal no transporte. O período de validade da autorização é de no máximo 5 anos, devendo ser emitido somente por autoridade competente e credenciada.

Em maio de 2006, a Organização Internacional de Epizootias (OIE) adotou novos padrões de transportes terrestres e aéreos para os animais. As novas regras revisadas da OIE recomendam que o transporte seja mantido com espaço suficiente para os animais deitarem, considerando o clima e a capacidade de ventilação dos veículos (OIE, 2006). Além disso, a OIE também definiu uma Comissão nos países membros para investigar a implantação de padrões globais de bem-estar no transporte. Deste modo, criou-se a necessidade de que os países revisem e atualizem as regulamentações e

circulares para o transporte de animais com a perspectiva de melhorias no bem-estar e de manterem-se no mercado internacional (BENCH *et al.*, 2008).

Durante o deslocamento da granja ao frigorífico, os animais são submetidos à remoção do seu ambiente familiar, embarque, transporte e desembarque dos caminhões. O transporte é uma situação estressante para os suínos, já que, expõe os animais a novos fatores potencialmente estressantes, tais como, barulho, cheiro diferente, vibrações, mudanças de velocidade brusca do caminhão, variação da temperatura ambiental e menor espaço individual. Tais fatores de estresse, freqüentemente, levam às respostas comportamentais e fisiológicas que podem contribuir para a redução de rendimento da carcaça e qualidade da carne (BENCH *et al.*, 2008; FAUCITANO, 2000).

2.4.2. EMBARQUE

O embarque dos suínos é uma das etapas mais importantes do transporte, tendo o produtor um papel fundamental na organização do sistema de embarque e na seleção da equipe para realizar esta etapa (DALLA COSTA, 2006).

O conhecimento do produtor quanto ao comportamento do suíno é fundamental para a harmonia da interação do homem com o animal (HEMSWORTH, 1999). Geverink *et al.* (1998b) constataram que os suínos que foram manejados de forma inadequada (tiveram experiências negativas) durante a criação, dificultaram o embarque, quando comparados ao grupo que foi manejado de forma adequada. De acordo com Speer *et al.* (2001), o número de batimentos cardíacos e a pressão sanguínea dobram no manejo agressivo, quando comparados ao grupo de suínos que foram manejados calmamente e adaptados a ter contato com as pessoas. Os suínos que são difíceis de manejar aumentam o risco de receber um tratamento agressivo durante o embarque (WEDDING *et al.* 1993). Experiências positivas durante a criação estão, normalmente, associadas à facilidade no manejo e a menores problemas com perdas econômicas no transporte.

A dificuldade no manejo pode aumentar quando as instalações das granjas são precárias e os veículos não facilitam o embarque. De acordo com Dalla Costa (2006), o embarque dos suínos na granja é um dos pontos críticos

do manejo pré-abate, devido a forte interação do homem com o animal em consequência da mudança brusca de ambiente, ausência de equipes qualificadas e de equipamentos apropriados como as tábuas de manejo, piso hidráulico na carroceria dos caminhões e embarcadouro que possuam rampa com ângulo de inclinação que não excedam 20°.

As granjas dificilmente apresentam rampas móveis adaptáveis à altura dos caminhões devido ao custo. Além disso, veículos com dois ou três andares possuem rampas internas com muita inclinação e baixa altura dos andares, o que impede o manejo com tábuas de manejo. Warriss *et al.* (1991) pesquisaram o efeito da rampa com inclinação ascendente e descendente variando o ângulo entre 0 e 20°. Constataram que até 20° não houve diferença no tempo que os animais levaram para embarcar. No entanto, acima de 20°, aumenta linearmente o tempo em relação ao ângulo.

Os animais devem ser manejados das baias de terminação para as rampas de embarque em pequenos grupos (dois a três animais), com tranqüilidade, utilizando-se as tábuas de manejo e conduzidos imediatamente ao caminhão, sem paradas (DALLA COSTA, 2006).

Lewis (2006) avaliou o efeito do tamanho do grupo (G1 = 4 a 5 suínos e G2 = 8 a 10 suínos) a ser conduzido ao veículo de transporte. Constatou que grupos pequenos facilitam o manejo e resultam em diminuição dos batimentos cardíacos. No entanto, aumentam o tempo necessário para concluir o embarque.

Os suínos são curiosos e tem capacidade de interagir com o local desconhecido. Em situações de mudança de ambiente, a primeira reação dos animais é parar e reconhecer. Porém, devido à falta de percepção dos produtores e condutores dos veículos quanto ao comportamento dos animais e às deficiências nas instalações, muitos promovem manejo agressivo ou a utilização do bastão elétrico para proporcionar rapidez nesta etapa.

2.4.3. DENSIDADE NO TRANSPORTE

A densidade no embarque é uma das variáveis mais facilmente manipuladas no transporte dos suínos.

Normalmente, é comprometida pela pressão econômica, provocando o aumento da densidade, para que se maximize o lucro de uma única viagem (quanto mais suínos transportados, menor o custo). A decisão de quantos suínos serão transportados pode ser definida pelo produtor e o transportador contratado (cooperativa), que são diretamente influenciados pelo fator econômico (Bench *et al.* 2008).

Densidades de transporte legisladas e recomendadas nem sempre são encontradas na prática (AALHUS *et al.*, 1992), já que, as densidades escolhidas são ajustadas conforme as diferentes condições de transporte (tempo, tipo de estrada, distâncias, raça e peso dos suínos) entre os países.

2.4.3.1. REGULAMENTAÇÕES

As regulamentações e diretrizes internacionais presentes são bastante claras na necessidade da redução da densidade no transporte durante temperaturas elevadas (acima de 24°C), e de haver a separação dos animais para que sejam minimizados os possíveis ferimentos durante o deslocamento. Entretanto, não existem recomendações do quanto esta densidade deve ser reduzida durante o clima mais quente (BENCH *et al.*, 2008). A densidade deve ser ajustada de acordo com as condições climáticas no ambiente (temperatura, umidade e ventilação) e peso dos animais, baseando-se no princípio de que todos os suínos devem ter espaço suficiente para que possam deitar sem ocorrer amontoamento de um sobre o outro.

Definir padrões internacionalmente aceitos de densidade no transporte é uma regra difícil de ser cumprida devido à grande variação existente entre os modelos dos veículos e as condições climáticas. A falta de padrões estabelecidos pelos órgãos públicos que regulamentam a fiscalização permite que se estabeleçam densidades de acordo com o interesse econômico do setor envolvido.

É fundamental haver legislações que regulamentem o transporte rodoviário dos animais, e estas devem ser baseadas em resultados científicos. A pesquisa gera relatórios que podem servir de base para futuras legislações, o que contribuirá para a melhoria do bem-estar dos animais e dos produtos cárneos (RICHES *et al.*, 1996).

No Brasil, o decreto que estabelece o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (BRASIL, 1952) e a Portaria nº 711, que aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos (BRASIL, 1995) não fazem recomendações quanto à densidade no transporte. Algumas agroindústrias brasileiras que possuem programas de bem-estar animal utilizam as recomendações da União Européia. No entanto, nas condições européias, existe uma grande preocupação quanto ao espaço necessário para que haja circulação do ar, já que, os caminhões permanecem parcialmente fechados durante o deslocamento da granja ao frigorífico devido a baixa temperatura, o que difere das condições de transporte no Brasil.

A União Européia (EC, 1995) recomenda para suínos de até 100kg que o espaço não deve exceder 235kg/m^2 ($0,425\text{m}^2/100\text{kg}$), podendo variar no máximo 20% ($0,510\text{m}^2/100\text{kg}$ ou 196kg/m^2), dependendo das condições climáticas e tempo de transporte.

As recomendações canadenses de boas práticas no manejo de suínos (AAFC, 1984) sugerem:

- área de $0,34\text{m}^2$ para suínos de 100kg em temperaturas externas abaixo de 16°C ;
- área de $0,38\text{m}^2$ para suínos de 100kg em temperaturas entre 16° a 23°C ;
- área de $0,41\text{m}^2$ para temperaturas acima de 24°C .

De acordo com Warriss (1998a), o mínimo de espaço requerido pelos suínos de 90 a 100kg é 250 kg/m^2 . Lotação mais elevada está diretamente associado ao aumento de mortalidade. Os suínos preferem deitar durante o transporte desde que haja espaço suficiente. Já, em jornadas mais curtas, os suínos costumam permanecer em pé. Provavelmente, isto está associado à

vibração do caminhão e ao desconforto, que dificultam a adaptação em curtas distâncias.

Bradshaw *et al.* (1996b) confirmaram que os suínos preferem deitar e descansar após 2 a 4 horas de transporte. Uma vez adaptados à nova situação, eles preferem deitar, se houver espaço suficiente. Baxter (1985) e Lambooij & Engel (1991) constataram que utilizando 0,39m²/suíno, somente alguns animais foram capazes de deitar durante o transporte, o que resultou em constantes mudanças de posição dos demais, que não puderam descansar.

No entanto, disponibilizar mais espaço aos suínos (0,42 e 0,50m²/suíno) nem sempre resulta em animais calmos e deitados. Dependendo das condições das estradas, pode causar mais dificuldades para os suínos manterem-se em equilíbrio, quando o veículo muda a direção ou enfrenta más condições nas rodovias (BARTON-GADE & CHRISTENSEN, 1998).

2.4.4. MORTALIDADE E QUALIDADE DA CARNE

O transporte pode afetar o bem-estar. Um claro exemplo disto é a ocorrência de mortes. A mortalidade no transporte é baixa quando expressa em percentuais, mas é alta quando considerada em números diários. De acordo com Dewey *et al.* (2004) a mortalidade pode aumentar ainda mais durante condições climáticas que apresentam alta temperatura e umidade. Robertson (1987) constatou que a mortalidade pode chegar até 0,54% quando os suínos são submetidos à alta densidade no transporte. No entanto, quando utilizou a densidade recomendada, a taxa de mortalidade reduziu de 0,54% para 0,34%.

Guardia *et al.* (2005) constataram aumento na incidência de lesões de pele e agressões quando utilizaram espaço maior que 0,35m² por suínos de 100kg.

Segundo Warriss *et al.* (1998b), a alta densidade (0,30 a 0,31m²/100 kg suíno) no transporte provoca aumento do estresse físico, que pode estar relacionado com a mortalidade, devido à sobrecarga do sistema cardiovascular. Suínos que foram submetidos à alta densidade, tiveram a atividade da enzima creatina fosfoquinase (CPK) aumentada.

Quanto às características de qualidade da carne, Barton-Gade & Christensen (1998) encontraram pouco efeito da densidade de carregamento, submetendo os animais a variações de espaço entre 0,35 e 0,50m²/100Kg por suíno durante viagens menores que 3 horas. No entanto, Guardia *et al.* (2004) constataram interação entre a disponibilidade de espaço e o tempo de transporte na incidência da anomalia PSE. O tempo longo de transporte diminui o risco de desenvolver PSE (2,9% por hora), enquanto que a disponibilidade de espaço aumenta o risco (1,7 % por 0,1 m² . 100 Kg⁻¹ suíno). Portanto, o risco de ocorrer PSE aumenta em distâncias curtas quando é disponibilizado mais espaço (0,50m² .100Kg suíno).

Tarrant (1989) já havia concluído, há muito tempo, que o principal momento de estresse é proporcionado durante o embarque e desembarque, quando os suínos são submetidos a viagens curtas, desde que as condições de densidade, ventilação do veículo e modo de dirigir do condutor sejam adequadas.

2.4.5. DISTÂNCIA E DURAÇÃO DO TRANSPORTE

A duração do transporte pode afetar o bem-estar (LAMBOOIJ & VAN PUTTEN, 1993) e a qualidade da carne dos suínos (GRANDIN, 1993; HEVIA *et al.*, 1995; WARRISS *et al.*, 1998a). Existe um consenso nas diretrizes e regulamentações internacionais em relação à duração do transporte, sobre os seguintes aspectos (BENCH *et al.*, 2008):

- As etapas de embarque e desembarque dos suínos são reconhecidas como extremamente estressantes;
- A duração das viagens pode prolongar-se para mais de 2 horas, se o veículo estiver dentro do prazo de 2 horas do destino final;
- Durante o transporte os animais têm a necessidade de beber água;
- Considerações diferenciadas devem ser dadas para animais muito jovens ou que se encontram durante a fase de gestação;
- A duração do transporte pode ser limitada, dependendo das condições e equipamentos dos veículos nos quais os suínos estão sendo transportados.

Pérez *et al.* (2002) relataram baixas concentrações de cortisol em suínos transportados na Espanha por 3 horas, quando compararam com ao grupo de animais transportados por apenas 15 minutos. Baseado nestes resultados, os autores sugeriram que os suínos podem se adaptar ao transporte se as condições forem adequadas. No entanto, os autores concluíram que suínos submetidos ao transporte de curta distância mostraram uma resposta de estresse mais intensa do que animais submetidos ao transporte de longa distância.

Barton-Gade e Christensen (1998) observaram que após 20 a 30 minutos de transporte, os suínos se acalmam e começam a sentar e deitar. No entanto, estes resultados discordam de Bradshaw *et al.* (1996a), onde comprovaram que os suínos só se acalmam após 5 horas de transporte.

Os níveis de cortisol aumentaram quando compararam 1,5 horas e 8 horas de transporte (Bradshaw *et al.*, 1996b). Foi concluído que o aumento inicial nos níveis de cortisol ocorreu em resposta ao estresse do embarque e permaneceram altos durante as primeiras 5 horas de uma viagem de 8 horas.

Warriss *et al.* (1998a) também constataram que suínos transportados por longas distâncias (mais que 120 km) apresentaram concentrações mais elevadas de cortisol, quando comparados ao grupo que foi transportado por curtas distâncias (menor que 10 km).

Pérez *et al.* (2002) constataram maior estresse físico com aumento dos níveis de lactato e baixos valores de pH, quando submeteram os suínos ao transporte por curtas distâncias. Os animais transportados por somente 15 minutos resultaram em valores de pH significativamente mais baixos e uma tendência mais alta em produzir carne PSE, quando comparados ao grupo com animais transportados por 3 horas.

Outros autores constataram que as viagens de longa distância aumentavam a incidência de carne com pH final alto (VALENTA & PROVAZNIC, 1996). Martocia *et al.* (1995) compararam o efeito das distâncias de 650 km e 180 km no pH final da carne, constatando aumento da incidência de carne DFD. Entretanto, Warriss *et al.* (1983) não verificaram efeito do tempo de transporte no pH final da carne.

2.4.6. MODELO DO VEÍCULO

O bem-estar dos suínos durante o transporte é dependente do modelo do veículo, da forma de condução e das condições das estradas (BENCH *et al.*, 2008). Há também o efeito do piso e do compartimento do veículo sobre o bem-estar animal, a incidência de lesões da pele e as perdas na qualidade da carne.

Suínos transportados nos compartimentos da frente e do fundo do veículo produziram aumento dos defeitos de qualidade da carne, como PSE e DFD. Esses animais apresentaram também um aumento da perda de peso, níveis elevados de lactato e lesões nas carcaças, quando comparados aos suínos que foram transportados em compartimentos centrais (GUISE & PENNY, 1989a; BARTON-GADE *et al.*, 1996; DALLA COSTA, 2006).

A mortalidade também é maior nos compartimentos da frente, próximo à cabine do motorista. De acordo com Barton-Gade *et al.* (1996) e Riches *et al.* (1996) no compartimento da frente, a taxa de mortalidade é maior, devido à dificuldade de ventilação e à elevada vibração do veículo.

Guise & Penny (1999) constataram maior incidência de PSE no piso inferior do veículo. De acordo com os autores, este aumento pode estar associado à deficiência na ventilação. Barton-Gade *et al.* (1996) também comprovaram aumento na incidência de lesões na pele, quando os animais estavam localizados no piso inferior. A maior incidência de lesões pode estar associada ao fato dos suínos permanecerem em pé, portanto, mais expostos à quedas e amontoamento.

Os suínos em compartimentos localizados no piso inferior manifestaram maior estresse térmico devido ao aumento da temperatura corporal e estresse psicológico com níveis elevados de cortisol e desidratação (LAMBOOIJ *et al.*, 1985; LAMBOOIJ & ENGEL, 1991; BARTON GADE *et al.*, 1996).

No entanto, estes resultados diferem de Dalla Costa (2006), que não observou efeito da posição do suíno na incidência de lesão. Os suínos transportados nos veículos com um único piso (carroceria simples) manifestaram maior incidência de lesão, quando comparado aos animais transportados no veículo com dois pisos (carroceria dupla). De acordo com o pesquisador, esse fato se deve a falta de limitação de espaço quanto à altura, o

que facilita a liberdade de movimento e amontoamento de um sobre o outro. Os suínos transportados em veículos com um único piso foram misturados no carregamento para completar o número de animais em cada compartimento, proporcionando a quebra da hierarquia social e, conseqüentemente, maior número de brigas e lesões, enquanto que os suínos transportados no veículo com dois pisos foram misturados apenas no frigorífico.

Christensen & Barton Gade (1996) recomendam que os veículos que transportam animais para o abate devem possuir as melhores instalações para facilitar o manejo como cobertura (teto e laterais ajustáveis para ventilação), piso hidráulico, compartimentos com divisórias móveis, ventilação mecânica, cobertura do piso com borracha antiderrapante e aspersores de água.

Resultados do projeto da União Européia para investigar as diferentes condições de transporte e os problemas decorrentes do mesmo (CHRISTENSEN, *et al.*, 1994) levaram à construção de veículos mais adequados ao manejo e clima (CHRISTENSEN & BARTON GADE, 1996), melhorando as condições de transporte dos suínos na Comunidade Européia. As reduções do esforço no embarque dos animais foram contornadas com a instalação de elevadores nos veículos de transporte (CHRISTENSEN & BARTON GADE, 1996; FAUCITANO, 2000; ZANELLA & DURAN, 2000; CHEVILLON, 2000; KETTLEWELL *et al.*, 2001).

Veículos com três pisos e possuindo rampas internas entre os andares são bastante comuns nos Estados Unidos e são considerados um importante fator de perdas econômicas relacionadas ao transporte (ZANELLA & DURAN, 2001). A baixa altura entre os andares (90cm) dificulta a ventilação e a retirada dos animais, já que, o funcionário responsável pelo desembarque encontra dificuldade de chegar até os suínos (CHRISTENSEN *et al.*, 1994). A instalação de um piso móvel no segundo andar poderia facilitar o manejo (CHRISTENSEN *et al.*, 1994). Esse sistema de embarque permite a troca do método de condução, utilizando tábua de manejo ao invés de bastão elétrico, diminuindo significativamente o estresse (GRANDIN, 1987; WARRISS, 1996). No entanto, não há referências específicas quanto aos níveis de redução de estresse e os parâmetros de qualidade da carne entre os diferentes sistemas de embarque e desembarque.

O veículo ideal para o transporte de suínos é com dois pisos e que possua altura interna de tal modo que permita a entrada de funcionários para fazer o desembarque sem estressá-los (BENCH *et al.*, 2008).

Pouca pesquisa tem sido realizada quanto ao modelo dos veículos para transporte dos suínos em relação à qualidade da carne e indicadores de estresse. Dalla Costa (2006) comparou o efeito das carrocerias simples e dupla em relação às características de qualidade da carne. As avaliações dos valores médios de pH₁ e cor não demonstraram diferença significativa entre os modelos de carroceria. No entanto, os valores médios de pH_U dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus dorsi* (LD) foram significativamente menores no modelo carroceria dupla, quando comparado à carroceria simples. De acordo com o autor, somente resultados isolados de pH_U representam pouco sobre as definições da característica de qualidade da carne.

O tipo de piso do veículo também é importante para o conforto dos suínos durante o transporte. Christensen & Barton-Gade (1996) recomendam a utilização de cobertura com borracha, devido a sua capacidade antiderrapante e amortecedora. Guardia *et al.* (2004) conseguiram reduzir os percentuais de PSE em 1,5% utilizando o piso com borracha antiderrapante, em relação ao piso de alumínio e ferro. Segundo os autores, este efeito pode estar associado a menor vibração e redução do barulho.

De acordo com Bench *et al.* (2008), a variação de temperatura encontrada pelos suínos durante o transporte pode chegar até 20°C, principalmente nas condições climáticas de Santa Catarina durante a criação, que apresentam altas oscilações de temperaturas entre o inverno e o verão (DALLA COSTA, 2006). Em função destas condições climáticas, no inverno, os animais tendem permanecer amontoados produzindo calor para manter a temperatura corporal (DALLA COSTA, 2006). No entanto, quando são transportados encontram uma variação muito grande em relação a temperatura externa, considerando que a zona de termo-neutralidade para suínos é entre 26 a 31°C (RANDALL, 1993).

Sabe-se que o estresse pelo frio durante o transporte ou descanso leva ao aumento da incidência de carne DFD devido à maior demanda de energia para manter a temperatura corporal (GALLWEY & TARRANT, 1978). Gispert *et*

al. (2000) acharam também altos níveis de cortisol em suínos submetidos ao transporte no inverno.

Averoz, *et al.* (2007) monitoraram a influência do transporte (longas jornadas-13,15h e curtas jornadas-1h) durante o verão e o inverno, nos parâmetros sanguíneos de estresse no embarque, transporte, desembarque e descanso no frigorífico. Constataram que todas as variáveis aumentaram significativamente durante o transporte e diminuíram durante o descanso ($p < 0,001$). Concluíram que o transporte de curtas distâncias (1h) sob o efeito de baixas temperaturas na Espanha foi o mais estressante para os suínos, com níveis de cortisol e lactato significativamente maiores e com difícil recuperação no frigorífico, quando comparado aos animais transportados durante o verão ou transportados por longas distâncias.

Extremos de temperatura sempre geram problemas, tanto no inverno quanto no verão. O estresse por altas temperaturas promove maior acúmulo de lactato muscular resultando em alta incidência de carne PSE (HONKAVAARA, 1989a,b). Quando o veículo está em movimento, a ventilação não fica comprometida. Torna-se crítica quando o veículo se encontra estacionado, onde os suínos continuam produzindo calor e têm dificuldade em dissipar para o ambiente, devido a deficiente ventilação.

Recomenda-se, para reduzir a temperatura corporal, o uso da aspersão com água nos suínos durante os 5 minutos finais do embarque. Isto pode reduzir a temperatura corporal em até 10%, mas somente quando a temperatura ambiente é ≥ 10 a 15°C (CHEVILLON, 1998).

A utilização da aspersão é eficiente em veículos desde que esteja associada à ventilação. Chevillon *et al.* (1998) avaliaram a eficiência da ventilação em um veículo com três pisos, plataforma hidráulica e com todos os equipamentos de monitoramento (sensores de temperatura posicionados na altura dos suínos controlados pelo condutor). Verificaram que somente a altura recomendada entre os pisos não era o suficiente para promover a circulação do ar (85 a 95cm), sendo importante também associar abertura das laterais (próximas a 40cm) durante o verão. No entanto, verificaram que a ventilação forçada não é necessária para curtas distâncias de transporte, sendo recomendada para duração do transporte acima de 8h e com paradas longas.

O barulho e a vibração também podem promover estresse aos suínos (BENCH *et al.*, 2008). A exposição dos suínos a um simulador de transporte com barulho e vibração levou a um aumento da vasopressina no plasma, que é um indicador de mal-estar durante viagem (FORSLING *et al.*, 1984). Stephens *et al* (1985) ensinaram os suínos a pressionar um painel de controle para ligar e desligar um simulador que produz vibração e barulho semelhante ao transporte. Todos os suínos responderam com comportamento de desligar o simulador. Quando o componente da vibração era ligado com baixas frequências os suínos continuavam respondendo desligando o componente de barulho.

Geverink *et al.* (1998a) mostraram que suínos que foram embarcados e transportados por 25 minutos em uma viagem relativamente difícil sob más condições das estradas, tiveram frequência cardíaca e níveis de cortisol significativamente mais alto do que os suínos que foram embarcados e o veículo permaneceu estacionado por 25 minutos. Além disso, após o transporte, os suínos mostraram comportamentos menos exploratórios e passaram mais tempo deitados, quando comparados ao grupo de suínos que estava no veículo estacionado. Isto mostra que o transporte esgota os animais por longo tempo.

O condutor deve dirigir de forma uniforme sem mudanças bruscas de velocidade, o que significa dirigir com cuidado, já que, transporta animais nas estradas (BENCH *et al.*, 2008). A vibração pode também ser reduzida por uma boa suspensão dos eixos do veículo (RANDALL *et al.*, 1996).

2.4.7 SITUAÇÕES DE ESTRESSE NO FRIGORÍFICO

O manejo pré-abate expõe os suínos a vários agentes estressantes no frigorífico, entre os quais o desembarque, o método de movimentação, o tempo de descanso, a mistura de animais desconhecidos e os sistemas de insensibilização (GRANDIN, 1996; ROSENVOLD & ANDERSEN, 2003a).

Alguns países já avaliaram os prejuízos decorrentes do manejo inadequado e encontraram perdas da ordem de 1.500 toneladas por ano no Canadá (MURRAY, 2000) e de US\$ 0.34 por animal com defeito PSE nos Estados Unidos da América (GRANDIN & SMITH, 1999). Na Europa, o

transporte representa 0,1-1% da mortalidade dos suínos (RAJ, 2000).

Suínos abatidos na Espanha e nos Estados Unidos da América, apresentam 1-4% de escoriações severas devido ao sistema de transporte, método de movimentação e insensibilização inadequada (WARRISS, 1996; GISPERT *et al.*, 2000).

Suínos que foram manejados no abatedouro, utilizando bastão elétrico, quando comparados ao grupo controle (sem bastão, com mínimo de coerção) apresentaram respostas comportamentais e fisiológicas indicativas de muito estresse. Brundige *et al.* (1998) observaram que os animais que recebiam choque com bastão elétrico perdiam o equilíbrio e tentavam sair da área de embarque. Quando o embarque é estressante, ocorre um acréscimo nos batimentos cardíacos atingindo 250 batidas/minuto, porém, permanecendo acima do valor de descanso (CHRISTENSEN & BARTON GADE, 1996). A eliminação do uso de bastão elétrico reduziu o percentual de carne PSE, de 41 para 9% (D'SOUZA *et al.*, 1998). Reduções das escoriações também foram observadas por Van der Wal *et al.* (1997) e Faucitano *et al.* (1998), na eliminação do bastão elétrico. As lesões de pele, que podem ser severas, representam um sério problema econômico, com diminuição do valor das carcaças (FAUCITANO, 2001). Barton Gade & Christensen, (1998) encontraram correlação entre os escores de lesões e procedimentos de manejo inadequado em carcaças suínas. Warriss *et al.* (1998a), avaliando suínos (n=5500) abatidos em cinco países na Europa, constataram que 63% dos animais possuíam escoriações e, desses, 10% apresentavam escores inaceitáveis (3 e 4), além de elevados níveis de cortisol (15,1 e 20,6 $\mu\text{g}.100\text{mL}^{-1}$), lactato (60 e 76 $\text{mg}.100\text{mL}^{-1}$) e creatina fosfoquinase (1554 e 1801 U.L^{-1}), quando comparados com suínos com escores 2 (cortisol- 11,9 $\mu\text{g}.100\text{mL}^{-1}$; creatina-fosfoquinase- 1554 U.L^{-1} e lactato- 54 $\text{mg}.100\text{mL}^{-1}$), comprovando que as maiores escoriações decorreram de maior estresse físico e psicológico.

O tempo de descanso no frigorífico também causa diferentes níveis de estresse em suínos (FAUCITANO, 1998). O tempo ideal de descanso varia, entre 2 a 3h (MILLIGAN *et al.* 1998; van der WAL *et al.* 1997). De acordo com Warriss, (1987), quando os suínos utilizam um tempo de descanso acima de 6h eles podem se recuperar do estresse proporcionado pelo transporte, principalmente suínos provenientes de linhagem genética susceptível ao

estresse. Entretanto, se na chegada ao frigorífico forem misturados com animais desconhecidos, isto adiciona outra forma de estresse durante o descanso (McGLONE *et al.*, 1993).

Warriss *et al.* (1998c) constataram que utilizando 3h de descanso, os suínos acalmam-se, diminuindo brigas e, conseqüentemente, recuperando os níveis de glicogênio muscular. Há diferença significativa entre os tempos de descanso dos suínos e os níveis de PSE, que diminui a incidência com 3h de descanso. Entretanto, se o tempo de descanso for estendido, aumenta a proporção de danos cutâneos e de carne DFD, causada pelas brigas e conseqüente depleção de glicogênio (NANNI COSTA *et al.* 2002; WARRISS *et al.* 1998c).

Misturar animais desconhecidos deve ser evitado durante o manejo pré-abate (BROWN *et al.* 1998). Suínos em grupos desenvolvem hierarquia social, as quais são interrompidas quando animais desconhecidos são misturados, ocorrendo brigas para estabelecer uma nova ordem de dominação (WARRISS, 1998b). Suínos que brigam, apresentam aumento da depleção de glicogênio no músculo e, conseqüentemente, aumenta o pH final da carne podendo desenvolver anomalia DFD (FAUCITANO, 1998; WARRISS & BROWN, 1985; WARRISS *et al.* 1998a).

Brown *et al.* (1998) comparando grupos de suínos manejados com mínimo estresse, adaptados ao ambiente, com animais estranhos entre si, submetidos ao estresse da mistura, simulando as condições do abate convencional, encontraram valores de pH inicial menores e níveis elevados de cortisol, lactato, creatina fosfoquinase nesse último grupo. Entretanto, os valores de cor e capacidade de retenção de água não foram afetados nesse tipo de estresse.

Na insensibilização de suínos os dois métodos mais utilizados são o elétrico e o dióxido de carbono. Casteels *et al.* (1995), Channon *et al.* (2000) e Bertoloni & Silveira (2003) verificaram que a insensibilização elétrica apresentou maior velocidade de glicólise *post mortem*, menor capacidade de retenção de água, maior palidez e aumento de corticosteróides, quando comparada com CO₂. Também constataram aumento da incidência de petéquias hemorrágicas (BARTON-GADE, 1997; VELARDE *et al.*, 2000),

indicando que a insensibilização elétrica promove aumento da atividade muscular e maior estresse psicológico (TROEGER & WOLTERSDORF, 1990).

Esforços vêm sendo realizados no sentido de melhorar as condições de movimentação dos suínos até o insensibilizador. Exemplo disto é o sistema dinamarquês com baixo estresse, proposto por Støier *et al.* (2001), onde os portões das baias de espera movem-se até a área de insensibilização, sem os suínos terem contato com os funcionários e bastão elétrico para serem conduzidos.

Há uma crescente preocupação de pesquisadores (PÉREZ *et al.*, 2002; NANI COSTA, *et al.*, 2002; HENCKEL, 2000; GRANDIN, 2000; BARTON GADE 1997, BROWN, *et al.*, 1998; FAUCITANO, L., 1998; WARRISS, *et al.*, 1998c; CHRISTENSEN & BARTON GADE, 1997; TROEGER, 1989) com a adequação do manejo pré-abate visando o bem-estar e qualidade da carne. Contudo, a maioria dos estudos tem sido feito na Europa, norte da América e Austrália. Pouco se conhece sobre as condições de transporte no Brasil, onde as condições climáticas, práticas de manejo e linhagens genéticas são diferentes. Por outro lado, a comunidade científica brasileira vem demonstrando interesse no tema e, juntamente com os frigoríficos de maior porte, se dispõe a levantar dados que auxilie no controle do estresse e melhoria na qualidade da carne.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAFC, Agriculture and Agri-Food Canada Publication. Recommended Code of Practice for Care and handling of Pigs. Publication 1771/E, **Communication Branch**, Agriculture Canada Ottawa, 1984.

AALHUS, J.L.; MURRAY, A.C.; JONNES, S.D.M.; TONG, A.K.W. Environmental conditions for swine during marketing for slaughter – a national review. Technical Bulletin 1992-6E Research Branch, **Agriculture ET Agro – Alimentaire Canada**, 1992.

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**, Kidlington, v.63, p.17-22, 2003.

AVEROZ. X.; HERRANZ, A.; SANCHEZ, R.; COMELLA, J.X. ; GONSALVEZ, L.F. Serum stress parameters under slaughter under commercial conditions in different seasons. **Veterinari Medicina**, v.52, p.333-342, 2007.

BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, P.H. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v.38, p.177-187, 1990.

BARTON-GADE P., CHRISTENSEN L.; BROWN S.N.; WARRRRISS, P.D. Effect of tier and ventilation during transport on blood parameters and meat quality in slaughter pigs. In:___ **Proceedings of the EU-Seminar**: New information on welfare and meat quality of pigs related to handling, transport and lairage conditions, Landbauforschung Völknerode, v.166, p.101-116, 1996.

BARTON-GADE P.; CHRISTENSEN, L. Effect of different loading densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. **Meat Science**, Kidlington, v. 48, p.237-247, 1998.

BAXTER, M.R. **Social Space for Domestic Animals**. Zayan R.(ed.), Dordrecht (The Netherlands), Martinus Nijhoff, 116 p, 1985.

BENCH, C.; SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. The welfare of pigs during transport. In:_. SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. **Welfare of pigs – from birth to slaughter**. New York / The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, chap. 06, p.161-18, 2008.

BENDALL, J.R. Postmortem Changes in Muscle. In: _G.H. Bourne (eds.), **The Structure and Function of Muscle**. New York: Academic Press., v.2, p.243-309, 1973.

BENDALL, J.R.. The shortening of rabbit muscles during rigor mortis; its relation to the breakdown of adenosine triphosphate and creatine phosphate and to muscular contraction. **The Journal of Physiology**, v.114, p.71-88, 1951.

BERTOLONI, W & SILVEIRA, E.T.F. The influence of genetic background and stunnings systems on welfare and meat quality of brazilian swine. In: Proceedings of **49TH International Congress of Meat Science and Technology, 2nd Brazilian Congress of Meat Science and Technology**, , Campinas, Brasil, ITAL, 2003, p.365.

BRADSHAW, R.H.; PARROT, R.F.; FORSLING, M.L.; GOODE, J.A.; LLOYD, D.M.; RODWAY, R.G.; BROOW, D.M. Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta-endorphin and lysine vasopressin. **Animal Science**, Penicuik, v.63, p.507-516, 1996a.

BRADSHAW, R.H.; PARROT, R.F.; GOODE, J.A.; LIYOD, D.M.; RODWAY, R.G.; BROOM, D.M. Behavioural and hormonal responses of pigs during: effect of mixing and duration of journey. **Animal Science**. Penicuik, v. 62, p. 547-554, 1996b.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção e Produtos de Origem Animal. **Divisão de Normas Técnicas. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Aprovado pelo Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25/06/1962, 1.236 de 02/09/1994, nº 1.812 de 08/02/1996 e nº 2.244 de 04/06/1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Rural. Coordenação de Informação Documental Agrícola. Portaria Nº 711, Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos, Brasília, p. 1-100, novembro de 1995.

BROOM, D. M.; FRASER, A. F. Domestic Animal Brehaviour and Welfare. In:____. **Welfare Assessment**. Wallingford: CABI Publishing, 2007. chap. 6, p.58-69.

BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v.49, p.257-265, 1998.

BRUNDIGE, L.; OLEAS, T.; DOUMIT, M.; ZANELLA, A.J. Loading techniques and their effect on behaviour and physiological responses of market weight pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v.76, suppl.1, p.95-99, 1998.

CANNON, W.B. Bodily in Pain, Hunger, Fear and Range: **An Account of Recent Researches into the Function of Emotional Excitement**. Nova York: Appleton, 1929.

CASTEELS, M.; van OECKEL, M.; BOSCHAERTS, L.; SPINCEMAILLE, G.; BOUCQUE, C.V. The relationship between carcass, meat and eating quality of three pig genotypes. **Meat Science**, Kidlington, v.40, p.253-269, 1995.

CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M. AND WARNER, R. D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning all influence pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v.56, p. 91-299, 2000.

CHEVILLON, P. Effects of on-farm pig preparation before loading, loading system design and transport conditions on mortality during transportation and pig welfare. **In: Proceedings of the 49th European Association for Animal Production Annual Meeting**. Warsaw, Poland, M2.2, 1998.

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.

CHRISTENSEN, L.; BARTON – GADE P. Design of experimental vehicle for transport of pigs and some preliminary results of environmental measurements. **In: Proceedings of the EU Seminar: New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions**, Landbauforschung Völkenrode, v. 166, p.47-68, 1996.

CHRISTENSEN, L.; BARTON – GADE P.; BLAABJERG, L.O. Investigation of transport conditions in participating countries the EC project: PI, 920262. **In: Proceedings of the 40th International Congress of Meat Science and Technology**. The Hague, The Netherlands, W – 2.01, 1994.

D'SOUZA, D.N.; DUNSHEA, F.R.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J. The effect of handling pre-slaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v.50, p.429-437, 1998.

DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suínos**. 2006, 162p. Tese (Programa de Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP.

DEWEY, C.E.; HALEY, C.; WIDOWSKI, T.; FRIENDSHIP, R.M. Factors associated with in-transit losses. In: **Proceedings of the London Swine Conference – Building Blocks for the Future**. Guelph, Canada, p.51-54, 2004.

European Convention (EC). Council Regulation n°1/2005 (2005): On the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. **Official Journal of the European Union**. L 3, 22/12/2004, pp. 0001–0044.

FAUCITANO, L. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.81, p.39-45, 2001.

FAUCITANO, L. Effects of preslaughter handling on the pig welfare and its influence on meat quality. In: **Proceedings of the 1st International Virtual Conference on Pork Quality**. Brazil, 52-71, 2000.

FAUCITANO, L.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S.; SEBASTIANY COELHO, B. H.; TERRA, N. N. The effect of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and colour in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.50, p.13-19, 1998.

FORSLING, M.L.; SHARMAM, D.F; STEPHENS, D.B. Vasopressin in the blood plasma of pigs and calves exposed to noise and vibration comparable with that experienced during transport. **Journal of Physiology**, v.357, p.96, 1984.

GALLWEY, W.T.; TARRANT, P.V. An investigation of high pheo pigment in Irish bacon factories Irish. **Journal of Food Science and Technology**, v.2, p.21-30, 1978.

GEVERINK, N.A.; BÜHNEMANN, A.; VAN de BURG WAL, T.A.; LAMBOOIJ E.; BLOKHUIS, H.T.; WIEGANT, V.M. Responses of slaughter pigs to transport and lairage sounds. **Physiology & Behaviour**, v. 63, p. 667-673, 1998a.

GEVERINK, N.A.; KAPPERS, A.; VAN de BURG WAL, T.A.; LAMBOOIJ, E.; BLOKHUIS, H.J.; WLEGANT, V.M. Effects of regular moving and handling on the behavioral and physiological responses of pigs to preslaughter treatment and consequences for subsequent meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.2080-2085, 1998b.

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; GUÁRDIA, M.D.; OLIVER, M.A.; 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**, Kidlington, v. 55, p 97-106, 2000.

GOLLNICK, P.D. & MATOBA, I.I. Role of carbohydrate in exercises. **Clinics Sports Medicine**, v.3, p.583-593, 1984.

GRANDIN, T. Farm animal welfare during handling, transport, and slaughter. **Journal American Veterinary Medical Association**, v.204, p.372-376, 1994.

GRANDIN, T. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.56, p.121-128, 1998.

GRANDIN, T.A. Factors that impede animal movement at slaughter plants. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.209, p.757-759, 1996.

GRANDIN, T.A. Introduction: management and economic factors of handling and transport in Grandin T.A. (ed.), **Livestock Handling and Transport**. Wallingford (UK), CAB International, 1-9, 1993.

GUÁRDIA, M.D.; ESTANY, T.; BALASH, S.; OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYRI gene in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.67, p.471-478, 2004.

GUÁRDIA, M.D.; ESTANY, T.; BALASH, S.; OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.70, p.709-716, 2005.

GUISE, H.J.; PENNY, R.H.C. Transport of pigs. **Veterinary Record**, London, v. 138, n.14, p.339, 1999.

GUISE, H.T; PENNY, R.H.C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 1. The effects of stocking density in transport and the use of electric goads. **Animal Production**, Edindurg, v.49, p.511-515, 1989.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. J. Human-Livestock Interactions: The Stockperson and The Productivity and Welfare of Intensively Farmed Animals. In: __. **Human-Animal Interactions and Animal Productivity and Welfare**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. chap. 3, p.39-61.

HENCKEL, P.; KARLSSON, A.H.; JENSEN, M.T.; OKSBJERG, N.; PETERSEN, J.S. Metabolic conditions in porcine *longissimus muscle* immediately pre-slaughter and its influence on *peri* and *post-mortem* energy metabolism. **Meat Science**, Kidlington, v.62, p.145-155, 2002.

HEVIA, M.A.; QUILES, A.; RAMIREZ, A. Producción y bienestar animal del ganado porcino durante el transporte. **Anaporc**, Madrid, v.15, p.101-108, 1995.
HONKAVAARA, M. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. **Journal of Agricultural Science Finland**, Haemeenlinna, v.61, p.425-432, 1989b.

HONKAVAARA, M. Influence of selection phase, fasting and transport on porcine stress and on the development of PSE pork. **Journal of Agricultural Science Finland**, Haemeenlinna, v.61, p. 415-423, 1989a.

JOO, S.T.; KAUFFMANN, R.G.; KIM, B.C.; PARK, G.B. The relationship of sarcoplasmatic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, Kidlington, v.52, p.291-297, 1999.

KETTLEWELL, P.; MITCHELL, M.; HOXEY, R.; HAMPSON, C.; GREEN, N.; TEER, N.; VEALE, B. Mechanical ventilation of livestock transport vehicles: determination of ventilation requirements. **Presentation at the AATA Annual Animal Transportation Conference**, Toronto, Canada, 2001.

LAMBOOIJ, E.; ENGEL, B. Transport of slaughter pigs by road over a long distance: some aspects of loading density and ventilation. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.28, p.163-174, 1991.

LAMBOOIJ, E.; GARSSSEN, G.T.; WALSTRA, P.; MATEMAN, E.; MERKUS, G.S.M. Transport of pigs by car for two days: some aspects of watering and loading density. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 13, p. 89-299, 1985.

LAMBOOIJ, E.; VAN PUTTEN, G. Transport of pigs. In Grandin T.A.(ed.), **Livestock Handling and Transport**, Wallingford (UK), CAB Int., 320 p, 1993.

LAWRIE, R.A. **Meat Science**. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 584p, 6ed, 1998.

LEHESKA, J. M.; WULF, D. M.; MADDOCK, R. J. Effects of fasting and transportation development and extent of postmortem metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, p.3194-3202, 2003.

LEWIS, N.J.; BERRY, R.J. Effects of the season on the behaviour of early weaned piglets during and immediately following transport. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.100, p.182-192, 2006.

MARTOCCIA, L.; BRAMBILLA, G.; MACRI, A.; MOCCIA, G.; COSENTINO, E. The effect of transport on some metabolic parameters and meat quality in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.40, p.271-277, 1995.

MATTERI, R.L.; CARROLL, J.A.; DYER, C.J. Neuroendocrine Responses to Stress. In: MOBERG, G.; MENCH, J.A. **The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare**. Davis, University of California, 2000, p.43-76.

MCGLONE, J.J.; SALAK, J. L; LUMPKIN, E.A.; NICKOLSON, R.L.; GIBSON, M. and NORMAN, R.L. Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity and leukocyte numbers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, p.888, 1993.

MILLIGAN, S. D.; RAMSEY, C. B.; MILLER, M. F.; KASTER, C. S.; THOMPSON, L. D. Resting of pigs and hot fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, p.74–86, 1998.

MOBERG, G.P. Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare In: MOBERG,G.; MENCH,J.A. **The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare**. Davis, University of California, 2000, p.1-22.

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.

NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D. P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V.; Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. **Meat Science**, Kidlington, v.51, p.391-399, 1999.

NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D.P.; DALL'OLIO, S.; DAVIOLO, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. **Meat Science**, Kidlington, v.61, p.41-47, 2002.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3ª ed. São Paulo: Sarvier, 2002. Cap. 23: Integração e regulação hormonal do metabolismo dos mamíferos: p.682-692.

Organização Internacional de Epizootias (OIE). **Guidelines for the transport of animals by sea and land**. Appendices XX-XXI. 89p, 2006.

PASSILLÉ, A.M. de; EHRLICH, A.L.; WATKINS, L.R.; SPENCER, R.L.; MAIER, S.F.; LICINO, J.; WONG, M.L.; CHROUSOS, G.P.; WEBSTER, E; GOLD, P.W. The impact of the nonpeptide corticotrophin-releasing hormone antagonist antalarmin on behavioral and endocrine responses to stress. **Endocrinology**, v.149, p.79-86, 1995.

PÉREZ, M.P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; ACENA, M.C.; CHACÓN, G.; GASCÓN, M.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, P.; BELTRAN, J.A.; GARCIA-BELENQUER, S. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.61, p.425-433, 2002.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L.C.P. & HÖTZEL, M.J. Bem Estar dos Suínos. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 2000, p.70-82.

RAJ, M. Efeito dos métodos de atordoamento e de abate sobre a qualidade da carne de porco. In: CONFERENCIA VITUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 1, 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA suínos e aves, 2001. p. 111-125. (EMBRAPA suínos e aves. Documentos, 69).

RANDALL, J.M. Environmental parameters necessary to define comfort for pigs, cattle and sheep in livestock containers. **Animal Production**, Edindurg, v. 57, p. 299-307, 1993.

RANDALL, J.M.; STILES, M.A.; GEERS, R.; SCHUTTE, A.; CHRISTENSEN, L.; BRADSHAW, R.H. Vibration on pig transporters: implications for reducing stress. In: Proceedings of the EU-Seminar: New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions, **Landbauforschung Völkenrode**, v.166, p.143-159, 1996.

RICHES, H.L.; GUISE, H.J.; PENNY, R.H.C. A national survey of transport conditions for pigs. **Pig Journal**, v. 38, p. 8-18, 1996.

ROBERTSON, W. The Growing and Finishing Pig: Improving Efficiency. In: English P.R., Fowler, V.R.; Baxter, S.; Smith, R (eds.), Ipswich (UK), **Farming Press Books**, 453 p, 1987.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. The significance of pre-slaughter stress and diet on colour and colour stability of pork. **Meat Science**, Kidlington, v.63, p.199-209, 2003.

SAHLIN, K.; TOKONOGI, M. & SÖDERLUND, K. Energy supply and muscle fatigue in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.162, p.261-262, 1994.

SHAW, F.D.; TROUT, G.R. Plasma and Muscle Cortisol Measurements as Indicators of Meat Quality and Stress in Pigs. **Meat Science**, Kidlington v. 39, p. 237-246, 1995.

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**, Kidlington, v.32, p.311-329, 1992.

SPEER, N.C.; SLACK, G.; TROYER, E. Economic factors associated with livestock transportation. **Journal Animal Science**, Champaign, v.79, p.166-170, 2001.

STØIER, 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.

STEPHENS, D.R.; BAILEY, K.J.; SHARMAN, D.E.; INGRAM, D.L. An analysis of some behavioural effects of the vibration and noise components of transport in pigs. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, Oxford, v.70, p.211-217, 1985.

SWATLAND, H.J. On-line evaluation of meat. 1 ed. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1995. Cap. 4: Electromechanical properties of meat: p.126-129.

TARRANT, P.V. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs - a review. **Irish Journal of Food Science and Technology**, v.13, p.79-107, 1989.

TROEGER, K. & WOLTERS DORF, W. Measuring stress in pigs during slaughter. *Fleischwirtschaft*, Frankfurt, v.69, p.373-376, 1990.

VALENTA, J.; PROVAZNIK, J. PSE defects of meat. **Meat Focus International**, Wallingford, v.5, p.192, 1996.

van der WAL, P.G.; ENGEL, B.; HULSEGGE, B. Causes for variation in pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v.46, p.319-327, 1997.

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

von BOERLL, E. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**. Amsterdam, v.44, p.219-227, 1995.

WARRISS, P.D. The effects of time and conditions of transport and lairage on pig meat quality. Evaluation and control of meat quality in pigs – seminar, Martinus Nijhoff Publishers, p. 245-264. 1987.

WARRISS, P. D & BROWN, S. N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. **Meat Science**, Kidlington, v.20, p. 65-74, 1987

WARRISS, P. D. Marketing losses caused by fasting and transport during the pre-slaughter handling of pigs. **Pig news and information**, v.6, n.2, p.155-157, 1985.

WARRISS, P.D. Guidelines for the handling of pigs antemortem. **In: Proceedings of the EU-Seminar: New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions**, Landbauforschung Völkenrode, v. 166, p. 217 -224, 1996.

WARRISS, P.D. The welfare of slaughter pigs during transport. **Animal Welfare**, Hertfordshire, v.7, p.365-381, 1998.

WARRISS, P.D.; BEVIS, J.E.; EDWARDS, S.N.; BROWN, and T.G. KNOWLES,. Effect of the angle of slope on the ease with which pigs negotiate loading ramps. **Veterinary record**, London, v. 128, p. 419-421, 1991.

WARRISS, P.D.; BROW, S.N.; ADAMS, S.J.M. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.38, p.329-340, 1994.

WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; BARTON-GADE, P.; SANTOS, C.; NANNI C. L.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 137-144, 1998a.

WARRISS, 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**, Penicuik, v.66, p.255-261, 1998c.

WARRISS, 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**, Kidlington, v. 50, p. 447-456, 1998b.

WARRISS, P.D.; DUDLEY, C.P.; BROWN, S.N. Reduction of carcass yield in transported pigs. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 34, p. 65-74, 1983.

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. Prod.** Edindurg 56:393-397, 1993.

ZANELLA A.J., DURAN O. Pig welfare during loading and transportation: a North American perspective. **In: Proceedings of the 1st International Virtual Conference on Pork Quality**. Concórdia, Brasil, p. 20-31, 2000.

Artigo: Bem-estar animal no transporte e a influência na qualidade da carne suína

A ser encaminhado para a revista Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ISSN: 0101-2061

Normas para publicação disponível em:

<http://www.sbcta.org.br>

Bem-estar animal no transporte e a influência na qualidade da carne suína

Charli Beatriz Ludtke¹, Roberto de Oliveira Roça², Expedito Tadeu Facco Silveira³

¹Pós-Graduanda em Medicina Veterinária/UNESP/Botucatu <http://www.fmvz.unesp.br> E-mail: charli@fmvz.unesp.br

²Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu. <http://www.fca.unesp.br> E-mail: robertoroca@fca.unesp.br

³Centro de Tecnologia de Alimentos, ITAL. <http://www.ital.gov.sp.br> E-mail: tfacco@ital.org.br

(PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP)

RESUMO

O efeito do método de embarque e desembarque nas características da qualidade da carne foi avaliado em suínos provenientes de três linhagens genéticas (A, B, C) comercializadas no Brasil. Um total de 120 suínos machos, pesando em média 115Kg provenientes de três granjas apresentando distância do frigorífico variando de 100 a 120Km foram divididos em seis grupos (n= 20 suínos) e submetidos a dois tipos de veículos para o transporte. O veículo 1 possui um sistema de embarque e desembarque, com carroceria com piso móvel (E1) e o veículo 2 apresenta o embarque e desembarque convencional, com carroceria com piso fixo (E2). Para avaliação da qualidade da carne utilizou-se as características físico-químicas (pH, cor, perda por exsudação e capacidade de retenção de água) e lesões da pele para a determinação visual. Os valores médios obtidos para o pH_{24h} ($5,60 \pm 0,046$ e $5,57 \pm 0,046$), cor L*_{24h} ($41,52 \pm 1,256$ e $41,21 \pm 1,486$), perda por exsudação ($4,76 \pm 0,391$ e $4,86 \pm 0,391$) e capacidade de retenção de água ($0,038 \pm 0,03$ e $0,039 \pm 0,003$) não demonstraram diferença significativa entre os métodos de embarque e desembarque (E1 e E2) nas genéticas A, B e C. Os dados da incidência de escoriações de pele no pernil ($0,59 \pm 0,090$; $0,531 \pm 0,090$), corpo ($0,896 \pm 0,076$; $0,757 \pm 0,076$) e paleta ($0,612 \pm 0,050$; $0,531 \pm 0,050$) também não diferiram entre os métodos de embarque e desembarque nas genéticas A, B e C. Conclui-se que o método de embarque e desembarque não influenciou na qualidade da carne dos suínos das linhagens A, B e C.

Palavras-chave: Bem-Estar Animal, Transporte, Qualidade de Carne, Suínos.

Animal welfare during transport and the influence on pork quality

Charli Beatriz Ludtke¹, Roberto de Oliveira Roça², Expedito Tadeu Facco Silveira³

¹Pós-Graduanda em Medicina Veterinária/UNESP/Botucatu <http://www.fmvz.unesp.br> E-mail: charli@fmvz.unesp.br

²Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu. <http://www.fca.unesp.br> E-mail: robertoroca@fca.unesp.br

³Centro de Tecnologia de Alimentos, ITAL. <http://www.ital.gov.sp.br> E-mail: tfacco@ital.org.br

(PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP)

ABSTRACT

The effect of loading and unloading method on meat quality has been evaluated in pigs from three genetic lineage (A, B, C) marketed in Brazil. 120 male pigs, weighing 115Kg on average, from three different granges whose distance from the slaughterhouse ranged from 110Km to 120Km, were divided in 6 groups (n=20 pigs) and subjected to two kinds of vehicle for transport. Vehicle 1 has loading and unloading system, with mobile floor body (E1) and vehicle 2 has conventional loading and unloading system, with fixed floor body (E2). For the meat quality evaluation physiochemical characteristics have been used (pH, color, drip loss, water holding capacity) and skin damage for visual determination. The average results obtained for pH_{24h} ($5,60 \pm 0,046$ and $5,57 \pm 0,046$), color L*_{24h} ($41,52 \pm 1,256$ and $41,21 \pm 1,486$), drip loss ($4,76 \pm 0,391$ and $4,86 \pm 0,391$) and water holding capacity ($0,038 \pm 0,03$ and $0,039 \pm 0,003$) haven't shown meaningful difference between the kinds of loading and unloading method (E1 and E2) on the genetics A, B and C. It has been concluded that the loading and unloading method has not influenced meat quality in pigs from lineage A, B and C.

Keywords: Animal Welfare, Transport, Meat Quality, Pork.

1. INTRODUÇÃO

O transporte dos animais para o abate tem recebido considerável atenção nos últimos anos. Em janeiro de 2005, a Comissão da União Européia publicou o regulamento relativo à proteção dos animais durante o transporte que estabelece normas específicas para atender o bem-estar durante o transporte (EC, 2005). A Organização Internacional de Epizootias (OIE, 2006) também adotou novos padrões para a proteção dos animais durante o transporte e definiu em cada país membro uma Comissão de pesquisadores para investigar e incentivar a implantar os padrões globais de bem-estar no transporte. Deste modo, criou-se a necessidade de que os países revisem e atualizem as regulamentações para o transporte dos animais com a perspectiva de melhorias no bem-estar e de manterem-se no mercado internacional (BENCH *et al.*, 2008). No entanto, as condições de transporte em cada país são extremamente variáveis, diferindo no manejo antes, durante e após o transporte.

O transporte é uma situação estressante para os suínos, já que, expõe os animais a novos fatores potencialmente estressantes, tais como, dificuldade no embarque e desembarque, barulho, vibrações, mudanças de velocidade brusca do caminhão, variação da temperatura ambiental e menor espaço. Tais fatores de estresse, freqüentemente, levam às respostas comportamentais e fisiológicas que podem contribuir para a redução de rendimento da carcaça e qualidade da carne (BENCH *et al.*, 2008; FAUCITANO, 2000).

Durante o deslocamento da granja ao frigorífico, o método de embarque e desembarque dos animais, é considerado o momento de maior estresse, devido à interação do homem, às mudanças de ambiente e a dificuldade dos animais em se deslocar sobre rampas, quando há diferença de altura entre o veículo e as instalações da granja ou frigorífico. Os suínos têm dificuldade de embarcar ou desembarcar e necessitam realizar considerável esforço físico. Neste momento o risco de ocorrer intervenções agressivas pelos funcionários é maior, já que, ficam nervosos e impacientes quando os animais não se deslocam com rapidez e facilidade nas rampas. Normalmente as instalações nas granjas são precárias colaborando para que os tratadores usem bastões

elétricos ou bastões de madeira, quando os suínos se recusam a andar na velocidade necessária.

A substituição dos veículos com carrocerias convencionais por veículos com carrocerias com piso móvel facilita o embarque e desembarque dos suínos, reduz a ocorrência de intervenções agressivas e permite substituir o bastão elétrico pela tábua de manejo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do método de embarque e desembarque na incidência de lesões nas carcaças e na qualidade da carne suína.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Granja

O experimento foi realizado durante o verão na região oeste de Santa Catarina, próximo à cidade de Joaçaba com clima subtropical onde a temperatura variava de 22 a 31°C e a umidade relativa do ambiente de 74 a 78%. Foram utilizados suínos machos, castrados, pesando em média 115kg provenientes de cruzamentos industriais de três linhagens genéticas A, B e C, comercializadas no Brasil, onde predominava cruzas entre Large White e Landrace. O período médio de alojamento de 140 dias para as fases de crescimento e terminação.

Os animais foram criados em 3 diferentes granjas no sistema de terminação, apresentando distância do frigorífico variando de 100 a 130Km. As granjas no sistema de terminação tinham capacidade média de alojar entre 500 a 600 suínos e os suínos foram alojados em baias coletivas, com capacidade de 20 a 30 suínos por baia. As instalações das baias apresentavam piso de concreto, sem cobertura com palha, paredes de alvenaria, bebedouro do tipo concha e comedouro linear posicionado paralelamente ao corredor.

2.1.2. Modelo das carrocerias do veículo de transporte

O transporte dos suínos foi realizado em dois modelos de veículos com carroceria dupla metálica (com piso móvel e piso fixo), desenvolvidos pela

empresa TRIEL-HT. Ambas com capacidade de transportar 96 suínos, construídas com aço estrutural, tubos galvanizados, assoalho em alumínio xadrez, frente totalmente fechada para controle da ventilação, com área total de $43,2\text{m}^2$, sendo 9m de comprimento $\times$ 2,4m de largura $\times$ 0,90m de altura. Foram transportados 96 suínos em 16 compartimentos, com 2,7m (8 compartimentos por piso) separados por portões internos em tubos galvanizados. Para realizar o embarque e desembarque dos suínos no 2º piso na carroceria com piso fixo (Figura 1 e 2) foi colocada uma rampa de metal (3m de comprimento). Na carroceria com piso móvel (Figura 3 e 4) não foi utilizada rampa de metal, já que, o 2º piso adequa a altura do 1º piso, utilizou-se somente a rampa de acesso às instalações da granja. A carroceria com piso fixo estava sobre um chassi Mercedes-Benz truck modelo 1620, ano 2003 e a carroceria com piso móvel sobre um chassi Ford Cargo truck modelo 1622, ano 2003.



Figura 1 e 2- Método de embarque para suínos na granja utilizando o modelo do veículo com carroceria com piso fixo.



Figura 3 e 4 - Método de embarque para suínos na granja utilizando o modelo do veículo com carroceria com piso móvel.

2.2. Métodos

2.2.1. Experimento

O experimento utilizou 120 suínos provenientes das três linhagens genéticas A, B e C divididos em seis grupos ($n= 20$ suínos) e submetidos a dois métodos de embarque e desembarque para transporte ao frigorífico. O veículo 1 possui um sistema de embarque e desembarque, com carroceria com piso móvel (E1) e veículo 2 apresenta o embarque e desembarque convencional, com carroceria com piso fixo (E2). Durante os procedimentos de embarque e desembarque no E1 utilizou-se a tábua de manejo para condução e para o E2 foi utilizado bastão elétrico. Todos os animais foram submetidos ao jejum de 12 horas pré-embarque e transportados à noite.

No frigorífico, os suínos foram previamente agrupados de acordo com o método de embarque e desembarque e a genética, conduzidos às baias de espera com densidade de lotação próximo a $0,6\text{m}^2/100\text{Kg}$ e sistema de aspersão com água. Os animais permaneceram em dieta hídrica durante o tempo de descanso (6 a 8h), conforme exigido pelo Serviço de Inspeção Federal, e após foram conduzidos para o insensibilizador elétrico. A insensibilização dos suínos utilizou eletrodos na região das têmporas, com descarga elétrica de 700 volts durante 3 segundos e corrente elétrica de 1,3 ampér. Os animais na seqüência foram abatidos pela incisão da veia jugular e artéria carótida, efetuando-se a sangria (mesa rolante), sendo as demais etapas cumpridas de acordo com os procedimentos do frigorífico.

2.2.2. Amostragem

Separou-se, aleatoriamente nas baias de descanso 120 suínos, incluindo ambos os grupos ($n= 20$ suínos por grupo), para avaliação de parâmetros de qualidade da carcaça, através das avaliações visual e físico-químicas. Todas as avaliações nas carcaças foram realizadas no período de 24h *post-mortem*.

2.2.3. Avaliação da característica visual

2.2.3.1. Lesões da pele (escoriações)

Os índices de lesões (Figura 5) foram obtidos visualmente no pernil, paleta e corpo das carcaças, baseando-se em um guia padrão de fotos (1-ausência, 2-leve; 3-moderada e 4-severa) conforme descrito por Barton-Gade *et al* (1996).



Figura 5 - Avaliação visual da incidência de lesões nas carcaças suínas

2.2.4. Avaliações das características físico-químicas

2.2.4.1. pH

Os valores de pH foram medidos utilizando-se pHmêtro (INGOLD-WTW) com sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura (TEC 530) e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade. As medições foram realizadas em duplicata nos músculo *Semimembranosus*, no período de 2 e 24h *post-mortem*.

2.2.4.2. Cor

A cor foi avaliada no período de 2 e 24h *post-mortem*, utilizando colorímetro Minolta (DL65, ângulo de visão de 0°, com iluminação difusa e componente especular, modelo CR 300, Minolta Câmera Co., Ltd., Osaka, Japan). As medições foram realizadas em triplicata no músculo *Semimembranosus*, todas no sistema L,* a*, b*.

2.2.4.3. Perda por exsudação

Amostras de 100g do *Longissimus dorsi* entre a 2ª e a 4ª vértebra torácica, foram utilizadas em duplicatas para a determinação da perda por exsudação num período de 24h *post-mortem*, baseado na suspensão da amostra em sacos plásticos inflados, sob atuação da gravidade, conforme metodologia descrita por Honikel (1998).

2.2.4.4. Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Grau & Hamm (1954) e modificada por HOFMANN *et al.* (1982). Amostras em duplicatas do músculo *Longissimus dorsi* 24h *post-mortem*, foram pesadas 0,5g ($\pm 0,0005$) e colocadas entre dois discos de papel filtro Wathman nº1 e placas de plexiglass com pressão hidráulica de 500 lb/pol² durante 2 minutos.

2.2.5. Estatística

Para a análise dos dados de qualidade de carne e escoriação da pele foi considerado como unidade experimental os modelos dos veículos de transporte, e para isso foram calculadas as médias dessas variáveis em função do dia de avaliação, das linhagens genéticas e dos modelos dos veículos. As médias obtidas foram avaliadas através da análise da variância, para o modelo matemático do delineamento em blocos (dias de avaliação) completamente casualizados, com tratamentos dispostos no esquema fatorial (2 modelos de veículos x 3 linhagens genéticas), conforme equação abaixo:

$$y_{ijk} = \mu + D_i + G_j + V_k + (GV)_{jk} + e_{ijk},$$

sendo, y_{ijk} a variável resposta no i -ésimo dia, da j -ésima linhagem genética e no k -ésimo modelo do veículo, μ um efeito fixo estimado pela média geral, D_i o efeito do i -ésimo dia de avaliação ($i = 1$ e 2), G_j o efeito da j -ésima genética ($j = 1, 2$ e 3), V_k o efeito do k -ésimo tratamento, $(GV)_{jk}$ o efeito da interação entre as linhagens genéticas e modelos dos veículos e e_{ijk} o erro aleatório correspondente às parcelas (variação do acaso sobre as observações no i -ésimo dia, da j -ésima linhagem genética e no k -ésimo modelo do veículo),

supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos. A análise foi realizada usando o procedimento GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2003) e o detalhamento das análises para o efeito das linhagens genéticas foram realizados através do teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliações das características visuais

3.1.1. Lesões da pele (escoriações)

Os valores médios dos escores de lesões na região do pernil, corpo e paleta, demonstraram que a incidência das lesões foram de ausente a leve (Tabela 1 e 2), não diferindo ($p>0,05$) para o método de embarque e desembarque (E1 e E2) nas linhagens genéticas A, B e C.

O método de embarque e desembarque não afetou significativamente a incidência de lesões severas na carcaça, já que, não foi constatado escores 3 e 4. Ambos os métodos (E1 e E2) apresentaram facilidade no manejo durante o embarque na granja, sem necessidade de intervenções agressivas, estando de acordo com Faucitano, (1996) e Warriss *et al.* (1998) que encontraram alta correlação ($p<0,001$) entre a incidência de lesões nas carcaças e a qualidade das instalações para auxiliar na condução dos suínos.

Os suínos que foram embarcados e desembarcados utilizando o modelo de veículo com carroceria com piso fixo, apresentaram valores médios dos escores de lesões nas carcaças superiores, quando comparado ao veículo com carroceria com piso móvel, no entanto, não diferiram estatisticamente ($p>0,05$). Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre o efeito do método de embarque e desembarque e as linhagens genéticas na incidência de lesões na carcaça.

Os resultados obtidos neste experimento para a incidência de lesões estão de acordo com Nani Costa *et al.* (1999) que também não verificaram diferença na incidência de lesões nas carcaças ($p>0,05$) nos grupos de suínos embarcados com plataforma hidráulica e rampa fixa.

Neste experimento admitiu-se que todos os suínos foram expostos a semelhante manejo nas granjas e controlado todos os procedimentos de transporte, descanso e condução para a área de insensibilização, havendo variação somente no método de embarque e desembarque. No entanto, pode haver um confundimento na incidência das lesões provocadas durante a criação na granja e as proporcionadas durante o embarque, transporte e desembarque, já que, a incidência de lesões na granja não foi avaliada nos suínos.

Tabela 1 - Valores médios e erros padrões dos escores de lesões em carcaça suína em relação ao método de embarque e desembarque (E1 e E2) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Amostra	Veículo		
	E1	E2	Pr >F
Pernil	0,531 ±0,090	0,590±0,090	0,6605
Corpo	0,757±0,076	0,896±0,076	0,2511
Paleta	0,612±0,050	0,531±0,050	0,3012
Media de escoriações	0,629±0,071	0,672±0,071	0,6835

Lesões da pele são medidas por um escore de 4 pontos: 1 e 2 representam valores aceitáveis e 3 e 4 inaceitáveis. E1= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso móvel e E2= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso fixo.

Tabela 2 - Valores médios dos escores de lesões e erros padrões em carcaça suína em relação às linhagens genéticas (A, B, C) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Amostra	Genética A	Genética B	Genética C	Pr>F
Pernil	0,512±0,0111	0,512±0,111	0,657±0,0111	0,5964
Corpo	0,760±0,093	0,720±0,093	0,999±0,093	0,1636
Paleta	0,397±0,061	0,453±0,061	0,865±0,061	0,056
Media de escoriações	0,557±0,087	0,562±0,087	0,833±0,087	0,1234

3.2. Avaliações das características físico-químicas da carne

Analisando os valores médios de pH, cor, capacidade de retenção de água e perda por exsudação, constata-se que não houve efeito significativo ($p>0,05$) do método de embarque e desembarque (Tabela 3) para as linhagens genéticas A, B e C (Tabela 4). Para todas as características físico-químicas avaliadas o método de embarque e desembarque não influenciou na qualidade da carne. Assim como, não houve interação significativa ($p>0,05$) entre o método de embarque e desembarque e as linhagens genéticas.

Resultados semelhantes também foram constatados por Nani Costa *et al.* (1999) que não encontraram diferença significativa nas características de qualidade da carne, quando avaliaram o efeito do método de embarque e desembarque com plataforma hidráulica e rampa fixa em suínos provenientes de duas granjas na Itália.

O método de embarque e desembarque estressa os suínos, quando estes são forçados de forma agressiva a mover-se para a área interna ou externa do veículo de transporte. De acordo com Warriss *et al.* (1991) a dificuldade dos suínos em andar sobre as rampas está diretamente relacionado ao ângulo de inclinação.

Augustini & Fisher (1982) adequaram o ângulo de inclinação das rampas nas granjas e comprovaram redução significativa nos batimentos cardíacos dos suínos durante o embarque, no entanto, Barton Gade (1993) e Nani Costa *et al.* (1999) não constataram diferença nas características do pH final da carne, o que difere de Dalla Costa (2006) que observou valor médio de pH final significativamente menor nos suínos que foram embarcados no modelo de veículo com dois andares (carroceria dupla com piso fixo), quando comparado ao modelo de veículo com um único andar (carroceria simples). Somente com os resultados das avaliações do pH final sem haver diferença significativa nos resultados das avaliações da cor e perda por exsudação das amostras, não definem as características da qualidade da carne (DALLA COSTA, 2006).

Tabela 3- Valores médios das avaliações físico-químicas das características da qualidade da carne e erros padrões em relação ao método de embarque e desembarque (E1 e E2) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Avaliações	E1	E2	pr>F
pH (2 h)-SM	5,977±0,044	6,08±0,052	0,1899
pH (24h)-SM	5,603±0,046	5,578±0,046	0,7195
Cor L*SM _(2h)	41,522±1,256	41,217±1,486	0,8830
Cor a*SM _(2h)	10,290±0,748	10,165±0,885	0,9192
Cor b*SM _(2h)	-2,323±0,081	-2,318±0,095	0,9696
Cor L*SM _(24h)	43,373±0,547	43,427±0,547	0,9472
Cor a*SM _(24h)	12,738±0,431	13,522±0,431	0,2550
Cor b*SM _(24h)	-1,970±0,264	-1,422±0,264	0,2015
Perda por exsudação-LD (%)	4,761±0,391	4,868±0,391	0,8533
CRA- LD (cm ²)	0,038±0,003	0,039±0,003	0,7873

LD-*Longissimus dorsi*; SM-*Semimembranosus*; CRA= capacidade de retenção de água; E1= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso móvel e E2= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso fixo.

Tabela 4- Valores médios das avaliações físico-químicas das características da qualidade da carne e erros padrões em relação a genética (A, B, C) e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Avaliações	Genética A	Genética B	Genética C	pr>F
pH (2 h)-SM	6,044±0,054	5,984±0,068	6,033±0,054	0,6766
pH (24h)-SM	5,549±0,056	5,603±0,056	5,618±0,056	0,6847
Cor L*SM _(2h)	41,82±1,538	41,631±1,945	40,995±1,538	0,9606
Cor a*SM _(2h)	10,229±0,916	10,428±1,159	10,027±0,916	0,9633
Cor b*SM _(2h)	-2,203±0,099	-2,027±0,125	-2,732±0,099	0,206
Cor L*SM _(24h)	42,619±0,670	44,235±0,670	43,345±0,670	0,3172
Cor a*SM _(24h)	13,021±0,528	12,561±0,528	13,808±0,528	0,3238
Cor b*SM _(24h)	-2,324±0,323	-2,083±0,323	-0,681±0,323	0,3101
Perda por exsudação- LD (%)	4,946±0,478	4,834±0,478	4,663±0,478	0,9169
CRA- LD (cm ²)	0,041±0,004	0,036±0,004	0,039±0,004	0,6506

LD-*Longissimus dorsi*; SM-*Semimembranosus*.

Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que se os procedimentos de manejo durante o embarque nas granjas e o desembarque no frigorífico forem bons, com distância de transporte curta e o tempo de descanso no frigorífico for próximo a 6 horas, não há interferência significativa do método de embarque e desembarque (E1 e E2) na qualidade da carne dos suínos provenientes das linhagens genéticas A, B e C.

Averoz, *et al.* (2007) monitoraram os níveis de estresse dos suínos durante a etapa de embarque, transporte, desembarque e descanso no frigorífico. Constataram que o estresse aumentou significativamente durante o transporte e diminuiu durante o descanso ($p < 0,001$). Avaliações feitas por Bradshaw *et al.* (1996) também comprovaram a diminuição dos níveis de estresse durante o descanso. De acordo com Bradshaw *et al.* (1996) o estresse proporcionado pelo transporte pode ser recuperado após 5h de descanso.

No experimento, constatou-se que o tempo de descanso, no frigorífico, por no mínimo 6 horas (BRASIL, 1995), pode ter interferido positivamente minimizando o estresse proporcionado pelo embarque e desembarque dos animais.

4. CONCLUSÃO

Os resultados do trabalho permitem concluir que:

Os níveis de estresse, causado no transporte dos suínos, foram insuficientes para causar alterações na incidência de lesões na carcaça e também nas características da qualidade da carne, como cor, pH, perda por exsudação e capacidade de retenção de água. No entanto, a utilização de métodos para melhorar o bem-estar animal e qualidade da carne, através da redução do estresse e desconforto no transporte são fundamentais para adequar o manejo pré-abate e dar subsídios a futuras exigências impostas pela Comunidade Européia.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTINI, Chr. & FISCHER, K. Physiological reaction of slaughter animals during transport. In: **R. Moss (Ed), Transport of animals intended for breeding, production and slaughter**, The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff, p. 125-135, 1982.

AVEROZ. X.; HERRANZ, A.; SANCHEZ, R.; COMELLA, J.X. ; GONSALVEZ, L.F. Serum stress parameters under slaughter under commercial conditions in different seasons. **Veterinarni Medicina**, (52): 333-342, 2007.

BARTON GADE, P. Per “l’ultimo viaggio” ci vuole un veicolo adatto. **Rivista di Suinicoltura**. v.34, n.10, p.65-70, 1993.

BARTON GADE, P., WARRISS, P. D., BROWN, S. N., & LAMBOOIJ, E. Methods of improving pig welfare and meat quality by reducing stress and discomfort before slaughter—methods of assessing meat quality. In:___ **Proceedings of the EU-Seminar: New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling, transport and lairage conditions**. Mariansee Germany, p. 23–34, 1996.

BENCH, C.; SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. The welfare of pigs during transport. In: SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. *Welfare of pigs – from birth to slaughter*. New York / The Netherlands: **Wageningen Academic Publishers**. chap. 06, p. 161-18, 2008.

BRADSHAW, R.H.; PARROT, R.F.; FORSLING, M.L.; GOODE, J.A.; LLOYD, D.M.; RODWAY, R.G.; BROOW, D.M. Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta – endorphin and lysine vasopressin. **Animal Science**, Penicuik, v. 63, p. 507-516, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Rural. Coordenação de Informação Documental Agrícola. Portaria Nº 711, **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**, Brasília, p. 1-100, novembro de 1995.

BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v.49, p.257-265, 1998.

DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suínos**. 2006, 162p. Tese (Programa de Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP.

European Convention (EC). Council Regulation n°1/2005 (2005): On the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. **Official Journal of the European Union**. L 3, 22/12/2004, pp. 0001–0044.

FAUCITANO, L. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian of Animal Science**, Ottawa, v.81, p.39-45, 2000.

FAUCITANO, L. Effects of environment on the animal welfare and the quality of the pig production. **PhD thesis**. University Bologna, Italy, 243p, 1996.

GRAU, R.; HAMM, R. Brühwurstqualität und bestimmung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**. Frankfurt, v. 34, p.36-39, 1954.

GREGORY, N. G. Animal Welfare & Meat Production. In: _____. *Meat Quality*. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2007. chap.12, p. 213-226.

HOFMANN, K.; HAMM, R.; BLUCHEL, E. Neus über die bertimmung der wasserbindung in fleisch. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt v.62, p.87-92, 1982.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Kidlington, v.49, p.447-457, 1998.

NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D. P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V.; Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with diferent halothane genotypes. **Meat Science**, Kidlington, v.51, p.391-399, 1999

Organização Internacional de Epizootias (OIE). **Guidelines for the transport of animals by sea and land**. Appendices XX-XXI. 89p, 2006.

SAS INSTITUTE INC. **System for Microsoft Windows**, Release 9.1, Cary, NC, USA, 2003. (cd-rom).

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., EDWARDS, J. E. and KNOWLES, T. G. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, Penicuik, v. 66, p.255–261, 1998.

WARRISS, P.D., BEVIS, E.A., EDWARDS, J.E., BROWN, S.N. and KNOWLES, T.G. Effect of the angle slope on the ease with which pigs negotiate loading ramps. **Veterinary Record**, v. **128**, p.419–421, 1991.

Artigo: Bem-estar animal no transporte e a influência nos indicadores sangüíneos de estresse

A ser encaminhado para a revista Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ISSN: 0101-2061

Normas para publicação disponível em:

<http://www.sbcta.org.br>

Bem-estar animal no transporte e a influência nos indicadores sanguíneos de estresse

Charli Beatriz Ludtke¹, Roberto de Oliveira Roça², Expedito Tadeu Facco Silveira³

¹Pós-Graduanda em Medicina Veterinária/UNESP/Botucatu <http://www.fmvz.unesp.br> E-mail: charli@fmvz.unesp.br

²Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu. <http://www.fca.unesp.br> E-mail: robertoroca@fca.unesp.br

³Centro de Tecnologia de Alimentos, ITAL. <http://www.ital.gov.sp.br> E-mail:tfacco@ital.org.br

(PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP)

RESUMO

O efeito do método de embarque e desembarque nos níveis sanguíneos de estresse foi avaliado em suínos provenientes de três linhagens genéticas (A, B, C) comercializadas no Brasil. Um total de 120 suínos machos, pesando em média 115Kg provenientes de três granjas apresentando distância do frigorífico variando de 100 a 120Km foram divididos em seis grupos (n= 20 suínos) e submetidos a dois tipos de veículos para o transporte. O veículo 1 possui um sistema de embarque e desembarque, com carroceria com piso móvel (E1) e o veículo 2 apresenta o embarque e desembarque convencional, com carroceria com piso fixo (E2). Para avaliação dos níveis de estresse no sangue determinou-se a concentração de cortisol, lactato e creatina fosfoquinase. Os valores médios obtidos para a concentração de cortisol que está relacionado ao estresse psicológico nos suínos diferiu ($p<0,05$) entre os métodos de embarque e desembarque ($E1= 8,146\pm0,130$ e $E2=8,956\pm0,130$), no entanto, os níveis de lactato e creatina fosfoquinase que estão relacionados ao estresse físico não diferiram significativamente. Níveis menores de cortisol plasmático ($p<0,05$) foram encontrados na linhagem genética A, quando comparada a B e C. Conclui-se que o método de embarque e desembarque influenciou nos níveis de estresse psicológico, com menor concentração de cortisol nos suínos que foram transportados utilizando o veículo com carroceria com piso móvel.

Palavras-chave: Bem-Estar Animal, Cortisol, Transporte, Suínos.

Animal welfare in transport and the influence in parameters of the blood stress

Charli Beatriz Ludtke¹, Roberto de Oliveira Roça², Expedito Tadeu Facco Silveira³.

¹Pós-Graduanda em Medicina Veterinária/UNESP/Botucatu <http://www.fmvz.unesp.br> E-mail: charli@fmvz.unesp.br

²Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Botucatu. <http://www.fca.unesp.br> E-mail: robertoroca@fca.unesp.br

³Centro de Tecnologia de Alimentos, ITAL. <http://www.ital.gov.sp.br> E-mail: tfacco@ital.org.br

(PESQUISA REALIZADA COM APOIO FINANCEIRO DA FAPESP)

ABSTRACT

The effect of loading and unloading method on blood stress levels has been evaluated in pigs from three genetic lineage (A, B, C) marketed in Brazil.

120 male pigs, weighing 115Kg on average, from three different granges whose distance from the slaughterhouse ranged from 110Km to 120Km, were divided in 6 groups (n=20 pigs) and subjected to two kinds of vehicle for transport. Vehicle 1 has loading and unloading system, with mobile floor body (E1) and vehicle 2 has conventional loading and unloading system, with fixed floor body (E2). For evaluating the blood stress levels the concentration of cortisol, lactate and creatine phosphokinase was determined. The average values gotten for cortisol concentration, which is related to psychological stress in swine, have differed ($p<0,05$) between methods of loading and unloading ($E1= 8,146\pm0,130$ e $E2=8,956\pm0,130$). However, the lactate and creatine phosphokinase, which are related to physical stress, haven't differed meaningfully. Lower plasmic cortisol levels ($p<0,05$) have been found in genetic lineage A, when compared to B and C. It has been concluded that the loading and unloading method has influenced the psychological stress levels, with lower cortisol concentrations in pigs which have been transported by the vehicle with mobile floor body.

Keywords: Animal Welfare, Cortisol, Transport, Swine

1. INTRODUÇÃO

O estresse é o principal indicador utilizado para avaliar o bem-estar animal. A maioria dos autores, entre os quais se destacam Grandin (1998), Pinheiro Machado & Hötzel (2000), descrevem que sob estresse os animais desenvolvem mecanismos de respostas, quando sua homeostasia está ameaçada, necessitando de ajustes fisiológicos ou comportamentais para adequar-se aos aspectos adversos do manejo ou ambiente.

Há pelo menos dois métodos para medir o estresse. Um deles é através do comportamento e o outro pela avaliação dos parâmetros biológicos (endócrinas e enzimáticas) nos fluídos ou músculos dos animais. No caso dos animais para o abate, as informações do estresse *ante-mortem*, podem ser avaliadas na carcaça (SHAW & TUNE, 1992).

O estresse pode ser avaliado através das análises bioquímicas no plasma (adrenalina, noradrenalina, cortisol), reações comportamentais, avaliações visuais e físico-químicas da carcaça. Individualmente estas medidas não têm demonstrado qualidade para quantificar a situação de estresse, no entanto, quando associadas, representam uma metodologia eficiente. Os indicadores de estresse mais freqüentemente utilizados são os níveis de cortisol, creatina fosfoquinase e lactato no soro ou plasma.

O cortisol é um hormônio esteróide abundante na circulação sangüínea e o principal glicocorticóide secretado pelo córtex adrenal. 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 da obtenção de energia (WARRISS *et al.*, 1998b).

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 segundo ESSÉN *et al.* (1992).

Variações em função do dia da amostragem podem influenciar alguns indicadores sangüíneos, como creatina fosfoquinase e lactato desidrogenase,

entretanto, os 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 anomalias PSE e DFD vai variar em função da susceptibilidade genética do animal, manejo pré-abate e técnicas de resfriamento da carcaça (CHANNON *et al.*, 2000; WARRISS *et al.*, 1998a; WARRISS *et al.*, 1998b).

Há necessidade monitorar os pré-requisitos fisiológicos do músculo no momento pré-abate e no abate, devido à relação existente com o estresse e a qualidade final Henckel *et al.* (2002). Dentro das etapas de manejo pré-abate o transporte, principalmente no que se refere ao embarque e desembarque dos suínos é considerado o momento de maior estresse, devido à interação do homem, mudanças de ambiente e a dificuldade dos animais de deslocarem-se sobre rampas, que na maioria das vezes, se encontram com ângulo de inclinação além do permitido (20°).

Suínos movimentados no transporte de maneira estressante podem apresentar modificações no comportamento e nas respostas fisiológicas (PINHEIRO MACHADO & HOTZEL, 2000). Esta prática de manejo influi na indução do estresse psicológico e físico. O estresse aumenta a liberação de hormônios adrenérgicos e corticotróficos, que interferem nas reservas de glicogênio muscular, antecipando a glicólise *post-mortem*.

O bem-estar dos suínos durante o transporte é dependente do modelo do veículo. A substituição dos veículos com carrocerias convencionais por veículos com carrocerias com piso móvel facilita o embarque e desembarque dos suínos, reduz a ocorrência de intervenções agressivas e permite substituir o bastão elétrico pela tábua de manejo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do método de embarque e desembarque nos indicadores de estresse no sangue de três linhagens genéticas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Granja

O experimento foi realizado durante o verão na região oeste de Santa Catarina, próximo à cidade de Joaçaba com clima subtropical onde a temperatura variava de 22 a 31°C e a umidade relativa do ambiente de 74 a 78%. Foram utilizados suínos machos, castrados, pesando em média 115kg provenientes de cruzamentos industriais de três linhagens genéticas A, B e C, comercializadas no Brasil, onde predominava cruzas entre Large White e Landrace. O período médio de alojamento de 140 dias para as fases de crescimento e terminação.

Os animais foram criados em 3 diferentes granjas no sistema de terminação, apresentando distância do frigorífico variando de 100 a 130Km. As granjas no sistema de terminação tinham capacidade média de alojar entre 500 a 600 suínos e os suínos foram alojados em baias coletivas, com capacidade de 20 a 30 suínos por baia. As instalações das baias apresentavam piso de concreto, sem cobertura com palha, paredes de alvenaria, bebedouro do tipo concha e comedouro linear posicionado paralelamente ao corredor.

2.1.2. Modelo das carrocerias do veículo de transporte

O transporte dos suínos foi realizado em dois modelos de veículos com carroceria dupla metálica (com piso móvel e piso fixo), desenvolvidos pela empresa TRIEL-HT. Ambas com capacidade de transportar 96 suínos, construídas com aço estrutural, tubos galvanizados, assoalho em alumínio xadrez, frente totalmente fechada para controle da ventilação, com área total de 43,2m², sendo 9m de comprimento × 2,4m de largura × 0,90m de altura. Foram transportados 96 suínos em 16 compartimentos, com 2,7m (8 compartimentos por piso) separados por portões internos em tubos galvanizados. Para realizar o embarque e desembarque dos suínos no 2º piso na carroceria com piso fixo foi colocada uma rampa de metal (3m de comprimento). Na carroceria com piso móvel não foi utilizada rampa de metal,

já que, o 2º piso adequa a altura do 1º piso, utilizou-se somente a rampa de acesso às instalações da granja. A carroceria com piso fixo estava sobre um chassi Mercedes-Benz truck modelo 1620, ano 2003 e a carroceria com piso móvel sobre um chassi Ford Cargo truck modelo 1622, ano 2003.

2.2. Métodos

2.2.1. Experimento

O experimento utilizou 120 suínos provenientes das três linhagens genéticas A, B e C divididos em seis grupos ($n = 20$ suínos) e submetidos a dois métodos de embarque e desembarque para transporte ao frigorífico. O veículo 1 possui um sistema de embarque e desembarque, com carroceria com piso móvel (E1) e veículo 2 apresenta o embarque e desembarque convencional, com carroceria com piso fixo (E2). Durante os procedimentos de embarque e desembarque no E1 utilizou-se a tábua de manejo para condução e para o E2 foi utilizado bastão elétrico. Todos os animais foram submetidos ao jejum de 12 horas pré-embarque e transportados à noite.

No frigorífico, os suínos foram previamente agrupados de acordo com o método de embarque e desembarque e a genética, conduzidos às baias de espera com densidade de lotação próximo a $0,6\text{m}^2/100\text{Kg}$ e sistema de aspersão com água. Os animais permaneceram em dieta hídrica durante o tempo de descanso (6 a 8h), conforme exigido pelo Serviço de Inspeção Federal, e após foram conduzidos para o insensibilizador elétrico. A insensibilização dos suínos utilizou eletrodos na região das têmporas, com descarga elétrica de 700 volts durante 3 segundos e corrente elétrica de 1,3 ampér. Os animais na seqüência foram abatidos pela incisão da veia jugular e artéria carótida, efetuando-se a sangria (mesa rolante), sendo as demais etapas cumpridas de acordo com os procedimentos do frigorífico.

2.2.2. Amostragem

Separou-se, aleatoriamente nas baias de descanso 120 suínos, incluindo ambos os grupos (n= 20 suínos por grupo), para avaliação dos parâmetros de estresse no sangue, através do cortisol, lactato e creatina fosfoquinase.

Amostras de sangue (10ml) foram coletadas durante a etapa da sangria, transferidas para um tubo cônico contendo heparina sódica (25000 UI / 5ml) e centrifugadas a 3500 rpm / 10 minutos em temperatura ambiente, utilizando-se uma centrífuga portátil modelo Excelsa Baby II da marca Fanem. Após a centrifugação alíquotas de 2ml do plasma obtido, foram transferidas para tubos criogênicos e armazenadas em nitrogênio líquido a -196°C até a execução das análises dos indicadores sangüíneos de estresse (lactato, creatina fosfoquinase e cortisol).

2.2.3. Avaliação dos indicadores de estresse

2.2.3.1. Cortisol

Para a avaliação do cortisol no plasma utilizou-se a técnica de radioimunoensaio, com o kit TKCO1 / DPC-Medlab (CHANNON *et al.*, 2000) e contador gama (Gama Count Cobra II-PackardTM).

2.2.3.2 Lactato e creatina fosfoquinase

As avaliações de creatina fosfoquinase (CPK) no plasma foram realizadas com o kit CK-NAC / Laborlab (BROWN *et al.*, 1998) com diluição 1:20 a 25°C e para lactato utilizou-se o kit lactat / Rolf Greiner Biochemica (GRANDIN, 1998). Ambas as avaliações foram realizadas utilizando o espectrofotômetro com dosagem automática modelo RA- XT Technicon- Bayer com comprimento de onda de 340nm.

2.2.4. Estatística

Para a análise dos dados de cortisol, lactato e creatina fosfoquinase, foi considerada como unidade experimental os modelos dos veículos de transporte, e para isso foram calculadas as médias dessas variáveis em função do dia de avaliação, das linhagens genéticas e dos modelos dos veículos. As médias obtidas foram avaliadas através da análise da variância, para o modelo matemático do delineamento em blocos (dias de avaliação) completamente casualizados, com tratamentos dispostos no esquema fatorial (2 modelos de veículos x 3 linhagens genéticas), conforme equação abaixo:

$$y_{ijk} = \mu + D_i + G_j + V_k + (GV)_{jk} + e_{ijk},$$

sendo, y_{ijk} a variável resposta no i -ésimo dia, da j -ésima linhagem genética e no k -ésimo modelo do veículo, μ um efeito fixo estimado pela média geral, D_i o efeito do i -ésimo dia de avaliação ($i = 1$ e 2), G_j o efeito da j -ésima genética ($j = 1, 2$ e 3), V_k o efeito do k -ésimo tratamento, $(GV)_{jk}$ o efeito da interação entre as linhagens genéticas e modelos dos veículos e e_{ijk} o erro aleatório correspondente às parcelas (variação do acaso sobre as observações no i -ésimo dia, da j -ésima linhagem genética e no k -ésimo modelo do veículo), supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos. A análise foi realizada usando o procedimento GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2003) e o detalhamento das análises para o efeito das linhagens genéticas foram realizados através do teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliações dos indicadores de estresse

O método de embarque e desembarque (E1 e E2) afetou significativamente a concentração do cortisol plasmático, conforme descrito na Tabela 1. Os suínos que foram embarcados no veículo com carroceria com piso móvel apresentaram níveis mais baixos de cortisol ($p \leq 0,001$) quando comparado ao método de embarque e desembarque com piso fixo demonstrando que os animais submetidos a E1 apresentaram menor nível de

estresse psicológico. O aumento nos indicadores de estresse como o cortisol plasmático está diretamente associado com estresse psicológico, e lactato ou creatina fosfoquinase com estresse físico (WARRISS, *et al.* 1994).

Averoz, *et al.* (2007) também constataram aumento significativo ($p < 0,001$) na concentração de cortisol, conforme os suínos enfrentaram situações mais estressantes no transporte.

Os valores médios encontrados para cortisol são condizentes com situações do manejo de mínimo estresse, conforme Brown *et al.* (1998) definiram que suínos abatidos em condições estressantes os resultados de cortisol são próximos a $17,02\mu\text{g}/100\text{mL}$ e, em situações de mínimo estresse, $7,62\mu\text{g}/100\text{mL}$, semelhante aos valores médios encontrados neste trabalho para E1 e E2 nas linhagens A, B e C.

Os suínos da linhagem genética A apresentaram valores médios de cortisol inferior ($p < 0,05$), quando comparado às linhagens B e C (Tabela 2). No entanto, esse efeito não pode ser atribuído somente à linhagem genética, já que, os suínos se encontravam em granjas diferentes, apesar de admitirmos que os suínos foram expostos a semelhantes manejo, pode haver efeito da granja na reatividade dos suínos.

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre o efeito do método de embarque e desembarque e a genética para os indicadores de estresse.

Os valores médios encontrados para lactato e creatina fosfoquinase (Tabela 1) foram superiores no E1 quando comparado ao E2, no entanto, o método de embarque e desembarque não afetou significativamente ($p > 0,05$). Os valores médios de lactato e creatina fosfoquinase também não diferiram ($p > 0,05$) entre as três linhagens genéticas (Tabela 2). O estresse gerado pelo método de embarque e desembarque nas linhagens genéticas A, B e C foi insuficiente para causar alterações nos indicadores de estresse físico (lactato e CPK). Estando de acordo com Nani Costa *et al.* (1999) que também não constataram efeito significativo do método de embarque para os indicadores de estresse físico (lactato e glicogênio muscular) entre os grupos de suínos embarcados com plataforma hidráulica e rampa fixa.

Tabela 1- Valores médios dos indicadores de estresse e erros padrões em relação ao método de embarque e desembarque e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Variáveis	Método de embarque e desembarque		Pr>F
	E1	E2	
CPK (U/L)	1071,1 ± 0,960	1375,1 ± 0,960	0,9430
LACTATO (mg/dl)	96,079 ± 5,543	101,060 ± 5,543	0,55280
CORTISOL (mcg/dl)	8,146 ± 0,130 ^a	8,956 ± 0,130 ^b	0,00069

E1= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso móvel e E2= método de embarque e desembarque utilizando veículo com carroceria com piso fixo; CPK= creatina fosfoquinase.

Tabela 2- Valores médios dos indicadores de estresse e erros padrões em relação às linhagens genéticas A, B, C e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância.

Variáveis	Genéticas			Pr>F
	A	B	C	
CPK (U/L)	1375,75 ± 9,66	1488,93 ± 9,66	812,40 ± 9,66	0,8453
LACTATO (mg/dl)	92,429 ± 6,788	96,787 ± 6,788	106,50 ± 6,788	0,5528
CORTISOL (mcg/dl)	8,036 ± 0,159 ^a	8,810 ± 0,159 ^b	8,807 ± 0,159 ^b	0,0069

CPK - Creatina fosfoquinase

No entanto, pode ter havido interferência do tempo de descanso no frigorífico, minimizando o estresse provocado durante o embarque e desembarque, já que, os animais permaneceram por no mínimo 6 horas de acordo com as recomendações exigidas pelo Serviço de Inspeção Federal do frigorífico (BRASIL, 1995).

Os níveis de estresse proporcionado pelo embarque, transporte e desembarque diminuem durante o período de descanso no frigorífico, com recuperação dos suínos após 6 horas de descanso (WARRISS, 1987). Longo tempo de descanso em condições comerciais de abate devem ser evitadas, devido a maioria dos frigoríficos brasileiros possuir baias com capacidade de alojar um grande número de suínos. Ocorrendo a mistura de lotes com suínos desconhecidos ocorre a quebra da hierarquia social estabelecida nas granjas, podendo resultar no aumento adicional do estresse e incidência de lesões (McGLONE *et al.*, 1993).

4. CONCLUSÃO

Os resultados do trabalho permitem concluir que:

Os níveis de estresse causados pelos métodos de embarque na granja e desembarque no frigorífico, foram insuficientes para causar alterações nos indicadores de estresse físico nos suínos das linhagens A, B e C. Ambos os métodos utilizados apresentaram baixos níveis de estresse e facilidade no manejo, quando as distâncias percorridas no transporte foram curtas e o tempo de descanso no frigorífico considerado longo.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AVEROZ, X.; HERRANZ, A.; SANCHEZ, R.; COMELLA, J.X. ; GONSALVEZ, L.F. Serum stress parameters under slaughter under commercial conditions in different seasons. **Veterinari Medicina**, v. 52, p. 333-342, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Rural. Coordenação de Informação Documental Agrícola. Portaria Nº 711, **Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos**, Brasília, p. 1-100, novembro de 1995.

BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v.49, p.257-265, 1998.

CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M. AND WARNER, R. D. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning all influence pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v.56, p. 91-299, 2000.

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**, Kidlington, v. 31, n.1, p.1-11, 1992.

GRANDIN, T. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.56, p.121-128, 1998.

HENCKEL, P.; KARLSSON, A.H.; JENSEN, M.T.; OKSBJERG, N.; PETERSEN, J.S. Metabolic conditions in porcine *longissimus muscle* immediately pre-slaughter and its influence on *peri* and *post-mortem* energy metabolism. **Meat Science**, Kidlington, v.62, p.145-155, 2002.

MCGLONE, J.J.; SALAK, J. L; LUMPKIN, E.A.; NICKOLSON, R.L.; GIBSON, M. and NORMAN, R.L. Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity and leukocyte numbers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, p.888, 1993.

NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D. P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V.; Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. **Meat Science**, Kidlington, v.51, p.391-399, 1999.

PINHEIRO MACHADO FILHO, L.C.P. & HÖTZEL, M.J. Bem Estar dos Suínos. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000. São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 2000, p.70-82.

SAS INSTITUTE INC. **System for Microsoft Windows**, Release 9.1, Cary, NC, USA, 2003. (cd-rom).

SHAW, F.D.; TUNE, R.K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents – A Review of Recent Work. **Meat Science**, Kidlington, v.32, p.311-329, 1992.

WARRISS, P.D. The effects of time and conditions of transport and lairage on pig meat quality. Evaluation and control of meat quality in pigs – seminar, Martinus Nijhoff Publishers, p. 245-264. 1987.

WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; BARTON-GADE, P.; SANTOS, C.; NANNI C. L.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 137-144, 1998a.

WARRISS, 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**, Kidlington, v. 50, p. 447-456, 1998b.

WARRISS, P.D.; BROW, S.N.; ADAMS, S.J.M. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v.38, p.329-340, 1994.

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. Prod.** Edindurg 56:393-397, 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de métodos que visem melhorar o bem-estar animal e qualidade da carne durante transporte é fundamental para minimizar as perdas econômicas geradas pelo manejo inadequado. Este projeto de pesquisa foi executado na busca de alternativas que possam diminuir os riscos de manejo agressivo e esforço físico que os suínos sofrem no embarque e desembarque, afetando direto o bem-estar e a qualidade da carne.

Uma das opções foi pesquisar o efeito do método de embarque e desembarque utilizando um veículo com piso móvel, onde eliminou-se a dificuldade que os suínos tem em se deslocarem nas rampas. Não constatou-se diferenças significativas na incidência de lesões e características da qualidade da carne. Ambos os métodos de embarque na granja e desembarque no frigorífico apresentaram facilidade no manejo dos suínos.

Os resultados encontrados neste experimento podem ter interferência positiva do tempo de descanso, que minimizou o estresse causado pelo embarque e desembarque durante o transporte dos suínos. No entanto o tempo longo de descanso deve ser evitado devido à maioria dos frigoríficos comerciais brasileiros, apresentarem baias com capacidade de alojar um grande número de suínos, podendo aumentar a incidência de brigas.

Recomenda-se no próximo experimento avaliar o efeito do método do embarque e desembarque utilizando tempo de descanso próximo a 2h, assim como, avaliar o efeito da utilização da aspersão com água nas baias de descanso, já que, pode afetar no bem-estar e qualidade da carne.