

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

*Influência do sistema de aspersão e tempo de descanso
de suínos sobre o bem-estar e a qualidade da carne*

AURÉLIA PEREIRA DE ARAÚJO

BOTUCATU – SP

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

***Influência do sistema de aspersão e tempo de descanso
de suínos sobre o bem-estar e a qualidade da carne***

AURÉLIA PEREIRA DE ARAÚJO

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

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça

Co-orientador: Pesquisador Dr. Osmar Antonio Dalla Costa

BOTUCATU – SP

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA
INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

A663i Araújo, Aurélia Pereira de, 1984-
Influência do sistema de aspersão e tempo de descanso de
suínos sobre o bem-estar e a qualidade da carne / Aurélia
Pereira de Araújo. - Botucatu : [s.n.], 2012
xii,100 f.: il., color., grafs., tabs.

Tese(Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Facul-
dade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012
Orientador: Roberto de Oliveira Roça
Co-orientador: Osmar Antonio Dalla Costa
Inclui bibliografia

1. Suínos. 2. Estresse. 3. Carne - Qualidade. 4. Con- forto
térmico. 5. Suínos - Comportamento. I. Roça, Roberto de
Oliveira. II. Costa, Osmar Antonio Dalla. III. Univer- sidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de
Botucatu.Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia IV.
Título.

Nome do Autor: Aurélia Pereira de Araújo

**TÍTULO: INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE ASPERSÃO E TEMPO DE
DESCANSO DE SUÍNOS SOBRE O BEM-ESTAR E A QUALIDADE DA
CARNE**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Adjunto Roberto de Oliveira Roça
Presidente e Orientador
Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Adjunto Germano Francisco Biondi
Membro
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof Dr. Dirlei Antonio Berto
Membro
Departamento de Nutrição e Produção Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Pricila Veiga dos Santos
Membro
Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia.
FMVZ – UNESP – Botucatu

Dra. Charli Beatriz Ludtke
Membro
Gerente de Animais de Produção
WSPA – World Society Protection of Animal - Sociedade Mundial de Proteção Animal

Data da Defesa: 26 de novembro de 2012

“A grandeza de uma nação pode ser julgada pelo modo que seus animais são tratados” (*Mahatma Gandhi*)

“*Se algum dia tiver que escolher entre o mundo e o amor. Lembre-se: Se escolher o mundo ficará sem o amor, mas se escolher o amor, com ele conquistará o mundo*” (*Albert Einstein*)

Dedico esse trabalho aos meus pais, Gilberto de Araújo e Aparecida Nair Pereira de Araújo, que sempre estiveram ao meu lado e a Stevan Ribas Effgen (Meu Gordo) pelo seu amor, companheirismo e paciência durante esta trajetória.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos ao meu Orientador Prof. Roberto de Oliveira Roça, pelos ensinamentos, carinho, paciência, amizade, incentivo e por acreditar em mim para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Co-orientador Osmar Antonio Dalla Costa, agradeço por todos os ensinamentos durante a pós-graduação.

À minha família, principalmente aos meus queridos e amados pais, Gilberto de Araújo e Aparecida Nair Pereira de Araújo, porque sempre me apoiaram na realização dessa etapa importante da minha vida. “Pai e Mãe, vocês são os melhores”!

À Stevan Ribas Effgen, meu noivo, pela imensa ajuda em etapas fundamentais do trabalho, mas acima de tudo agradeço pelo amor, carinho, dedicação e paciência durante o decorrer do projeto “Mais uma vez, muito obrigada, meu Gordo”.

À Charli Beatriz Ludtke, amiga e grande incentivadora para que este sonho se realizasse.

Aos Pesquisadores da Agriculture and Agri-Food – Canadá, Luigi Faucitano e Nicolas Devillers pela idealização do projeto, ensinamentos e cooperação no decorrer do doutorado.

Às amigas queridas, Claudia Marie Komiyama, Cristiane Sanfelice, Thamiriz Mazola Nascimento, Lígia Ribeiro, Ana Beatriz Garcia Faitarone, meu muito obrigada, por terem me proporcionado momentos de alegria, conhecimento, incentivo para continuar este trabalho e acima de tudo pela amizade.

Às amigas Nelise Triques, Renata Pereira Marques, Bruna Lapenna, Marianna Vaz Rodrigues pela amizade, pelos diversos momentos de descontração e por me desculparem nos momentos de ausência!

À Suelei da Silva, pela sua amizade e por ter me acolhido em sua casa no período de permanência em Concórdia.

À Embrapa Suínos e Aves, em especial aos funcionários Luis Carlos Ajala, Édio Luis Klein, Dirceu da Silva, por me ajudarem no desenvolvimento do projeto.

Ao Pesquisador da Embrapa, Antonio Lourenço Guidoni, pelos ensinamentos e desenvolvimento da parte estatística do projeto.

Meus sinceros agradecimentos ao Dr. Carlos Roberto Padovani e equipe que me auxiliaram em etapas importantes no decorrer da análise dos resultados.

Ao frigorífico que permitiu e auxiliou o desenvolvimento do trabalho em sua empresa.

Agradeço a “Equipe Roça”, a convivência com vocês me proporcionou perspectivas que eu desconhecia!

Ao apoio financeiro de auxílio à pesquisa e pela bolsa de Doutorado concedida pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP permitindo viabilizar este projeto.

A todas as pessoas que proporcionaram a alegria durante a permanência em Botucatu e fizeram com que minha permanência nesta cidade fosse agradável.

Ao bom Pai do Céu que permitiu que tudo isto se realizasse... Valeu DEUS!!!

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

χ^2 - Qui- quadrado tabelado

χ^2 - Qui - quadrado

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

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

DFD - Dark, Firm, Dry - escura, firme e seca

g - grama

h - hora

kg – quilograma

km - quilômetros

L* - luminosidade, brilho ou reflectância

LD - *Longissimus dorsi*

m - metros

m² - metros quadrados

min - minutos

NC - não classificada nos padrões de qualidade de carne

°C - graus Celsius

pH- potencial hidrogênio iônico

pH_i - pH inicial

pH_u - pH final

Prob - probabilidade

PSE - Pale, Soft, Exudative - carne pálida, flácida, exsudativa

RC – resultado complementar

RFN - Red, Firm, Non-Exudative - vermelha, firme e não exsudativa

RI – resultado inicial

RSE - Reddish Pink, Soft, Exudative – vermelha (rosado), flácida, exsudativa

seg – segundos

15' - quinze segundos

30' - trinta segundos

SM - *Semimembranosus*

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

TABELA 1. Zona de termoneutralidade dos suínos nas diversas fases de produção.....07

Capítulo II

TABELA 1. Esquema dos períodos de descanso e tempos de aspersão aplicados nos suínos mantidos nas baias de espera do frigorífico.....20

TABELA 2A. Medianas e valores mínimos e máximos das categorias comportamentais dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....26

TABELA 2B. Medianas e valores mínimos e máximos das categorias comportamentais dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....27

TABELA 3. Valores médios e erro padrão da temperatura ambiente nas baias durante a permanência dos suínos nas baias de espera do frigorífico.....32

TABELA 4. Valores médios e erro padrão da umidade relativa (UR%) nas baias de espera do frigorífico durante a permanência dos suínos.....36

TABELA 5. Valores médios e erro padrão da temperatura superficial da paleta, lombo e pernil dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso nas baias de espera.....38

LISTA DE TABELAS

Capítulo III

TABELA 1. Valores médios e erro padrão da classificação das lesões de pele no plano lateral esquerdo, ocasionadas no período pré-abate, dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos aspersão.....	54
TABELA 2. Valores médios e erro padrão das lesões das meias carcaças esquerda, de acordo com as classificações por origem e incidência das lesões, nos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....	55
TABELA 3. Valores médios e erro padrão dos indicadores de estresse (cortisol, lactato e creatinaquinase), dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão	58
TABELA 4. Valores médios e erro padrão dos parâmetros de qualidade de carne nos músculos <i>Longissimus dorsi</i> (LD) dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....	60
TABELA 5. Valores médios e erro padrão dos parâmetros de qualidade de carne nos músculos <i>Semimembranosus</i> (SM) dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão	61

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

FIGURA 1. Diagrama dos períodos de avaliação das condições climáticas ambientais e temperatura dos suínos submetidos ao período de descanso de 3 horas.....22

FIGURA 2. Diagrama dos períodos de avaliação das condições climáticas ambientais e temperatura dos suínos submetidos ao período de descanso de 3 horas..... 23

FIGURA 3. Diagrama dos períodos de descanso e tempos aspersão e fatores de correção.....24

Capítulo III

FIGURA 1. Variação média das temperaturas (°C) nas baias nos diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....56

FIGURA 2. Variação média das umidades relativas do ar (UR%) nas baias nos diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.....57

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUÇÃO	2
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
CAPÍTULO II	16
Artigo 1. Comportamento dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso.....	16
CAPÍTULO III.....	46
Artigo 2. Níveis de estresse e qualidade de carne de suínos submetidos a três períodos de aspersão e dois tempos de descanso	46
CAPÍTULO IV	88
DISCUSSÃO GERAL	89
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS.....	91

ARAÚJO, A. P. **Influência do sistema de aspersão e tempo de descanso de suínos sobre o bem-estar e a qualidade da carne.** Botucatu, 2012, 100p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Avaliou-se a influência do sistema de aspersão e tempo de descanso em suínos nas baias de espera com o objetivo de verificar o efeito no bem-estar animal e qualidade da carne. O experimento utilizou 720 suínos castrados submetidos a três períodos de aspersão (contínuo, 60 e 30 minutos) e dois tempos de descanso (três e seis horas). Na chegada ao frigorífico, os suínos foram distribuídos aleatoriamente nas baias com densidade de $0,60\text{m}^2/100\text{kg}$. Durante a permanência dos mesmos nas baias de espera, foi realizado o etograma por meio de câmeras e foram mensuradas as temperaturas superficiais dos suínos e as condições ambientais. Para a avaliação das lesões de pele e da carcaça, dos parâmetros qualitativos da carne (pH, cor, perda de água por exsudação, perda de água por cocção e força de cisalhamento) e dos indicadores de estresse (cortisol, creatina-quinase e lactato) foram selecionados oito suínos por tratamento, sendo que o delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, sendo a unidade experimental a baia de espera no frigorífico, utilizando-se o procedimento GLM do software estatístico SAS (2008). Entretanto, para a avaliação do comportamento, utilizou-se a técnica da análise de variância não paramétrica (ZAR, 2009). Na aspersão contínua houve problemas no descanso dos suínos, pois apresentaram medianas mais baixas nos dois períodos de descanso (3 e 6 horas), os quais não diferiram ($p \geq 0,05$) entre si, mas diferiram dos regimes de aspersão intermitente. Os valores médios das lesões de pele, características de qualidade da carne e parâmetros fisiológicos de estresse não demonstraram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos. Concluiu-se que o uso de aspersão intermitente com período de descanso de 3 horas proporcionou um adequado descanso aos suínos e possibilitou melhor adaptação ambiental comparado à aspersão contínua sem interferir nos parâmetros fisiológicos dos suínos e na qualidade da carne.

Palavra chave: conforto térmico, estresse, qualidade de carne, tempo de descanso.

ARAÚJO, A. P. **Influence of water spraying system and pigs' resting time on welfare and meat quality.** Botucatu, 2012, 100f. Doctorate Thesis - School of Veterinary and Animal Science, Campus of Botucatu, São Paulo State University (UNESP – Botucatu)

ABSTRACT

The influence of the water spray system and resting time on pigs in lairage pens was evaluated to verify the effect on animal welfare and meat quality. The experiment utilized 720 barrows submitted to three water spray periods (continuous, 60 and 30 minutes) and two resting times (three and six hours). Upon arrival at the slaughterhouse, the pigs were randomly distributed in pens with $0.60\text{m}^2/100\text{kg}$ density. During their stay in lairage pens, an ethogram was done using cameras, and the pigs' surface temperatures and the environmental conditions were evaluated. For the assessment of skin lesions and carcass, meat, qualitative parameters (pH, color, water loss by exudation, water loss by cooking and shear force) and the stress indicators (cortisol, creatinekinase and lactate), eight pigs from each treatment were selected. The experiment had random block design and the lairage pen at the slaughterhouse was considered an experimental unit, utilizing GLM procedure of SAS statistical software (2008). However, non-parametric variance analysis (ZAR, 2009) was used to evaluate behavior. During the continuous water spraying there were problems in the pigs' rest because they presented lower averages in both resting periods (three and six hours), which did not differ between them ($p \geq 0.05$) but did from the intermittent water spray regimens. The average values of skin lesions, meat quality characteristics and stress physiological parameters did not differ among the treatments ($p \geq 0.05$). It was concluded that the intermittent water spraying with 3-hour resting time provided adequate rest to pigs and made a better environmental adaptation possible when compared to continuous water spraying without interfering in pigs' physiological parameters and meat quality.

Keywords: thermal comfort, stress, meat quality, resting time.

CAPÍTULO I

Introdução

Revisão de Literatura

INTRODUÇÃO

Os procedimentos de manejo pré-abate englobam diferentes fatores estressantes, os quais exercem forte influência nos aspectos qualitativos da carne. Nas etapas de manejo pré-abate, o transporte é considerado um dos momentos de maior estresse, devido à interação do homem, mudanças de ambiente e a dificuldade dos animais de deslocarem-se sobre rampas no embarque e desembarque. No entanto, quando se realiza um adequado descanso nas baias de espera, os suínos conseguem recuperar o estresse causado pelo transporte da granja até o frigorífico.

O tempo de descanso é fundamental para a recuperação 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*. Esse mecanismo, dependendo da intensidade, pode resultar em valores de pH desfavoráveis, que combinado à temperatura elevada das carcaças suínas, provocam diminuição da capacidade de retenção de água. Portanto, há maior desnaturação das proteínas, aumentando a incidência de carne pálida, flácida, exsudativa (PSE) e vermelha, flácida, exsudativa (RSE).

Outro problema que pode agravar a incidência de carnes PSE e RSE é a dificuldade dos suínos dissiparem calor, devido à ausência de glândulas sudoríparas funcionais, assim, quando estão expostos a situações ambientais com temperaturas desfavoráveis têm dificuldade em manter o equilíbrio da temperatura corporal.

Uma forma de minimizar o estresse térmico proporcionado pelo manejo pré-abate é a utilização da aspersão de água nos suínos durante a permanência dos mesmos nas baias de descanso. A aspersão proporciona uma melhor sensação térmica, diminui a temperatura corporal, a tensão cardiovascular, e acalma os animais, reduzindo as brigas e as lesões de pele. Outro benefício é o aumento da eficiência do insensibilizador elétrico, devido à diminuição da resistência na pele, o que, consequentemente melhora na condução da corrente elétrica aplicada.

A aspersão é, portanto, um fator importante e no Brasil cada frigorífico adota o seu próprio sistema de aspersão. Entretanto, a falta de recomendações e conhecimento científico do tempo, frequência de aplicações e condições ambientais são fatores limitantes para o uso adequado do sistema de aspersão nos suínos durante a permanência nas baias de espera do frigorífico.

Portanto, há a necessidade da quantificação dos níveis de estresse suíno, analisando cortisol e enzimas no plasma sanguíneo, em diferentes sistemas de aspersão e descanso com

o intuito de proporcionar menor estresse e esforço, visando atender as adequações do bem-estar animal e contribuir para redução das perdas de qualidade da carne suína.

REVISÃO DE LITERATURA

O bem-estar animal deixou de ser abordado apenas por grupos relacionados com a defesa aos direitos dos animais para se tornar uma discussão mundial. Essas modificações ocorreram, devido à conscientização dos consumidores, de que os animais utilizados para a produção de alimentos devem ser bem tratados. Deste modo, a legislação da Comunidade Europeia (CE) voltada ao bem-estar aumentou consideravelmente nos últimos anos, tendência que deverá ser ainda maior, com o Protocolo de Proteção e Bem-estar Animal que foi anexado ao Tratado que estabeleceu a CE (EUROPA, 2009). Este protocolo estabelece políticas nacionais de proteção aos animais e ainda requer que países membros adotem normas comuns, voltadas para o bem-estar.

Naturalmente estas imposições estão sendo apoiadas e poderão tornar-se barreiras comerciais, principalmente nos setores da suinocultura e avicultura, que adotam o sistema de criação intensiva. Entretanto, elevados padrões de bem-estar animal, implicam em aumento dos custos aos produtores.

O manejo pré-abate compreende as últimas atividades realizadas na granja até a insensibilização dos suínos no frigorífico. Estas práticas podem alterar o bem-estar e a qualidade da carne em função do período de jejum na granja (BROWN et al., 1999; NATTRESS; MURRAY, 2000), da mistura de lotes (WARRISS, 1996), da duração do transporte (PÉREZ et al., 2002), do período de descanso no frigorífico (PÉREZ et al., 2002; AASLYNG et al., 2001; FRAQUEZA et al., 1998) e da melhoria do ambiente (HAMBRECHT, 2004; LAMBOOIJ et al., 2004; LUDTKE et al., 2004; BERTOL, 2003; FAUCITANO et al., 1998).

Segundo Chevillon (2001) nas últimas 24 horas que antecedem o abate dos suínos, ocorrem mudanças ambientais intensas e rápidas, que promovem um estado de estresse (medo e ansiedade) em função dos novos fatores ambientais aos quais os suínos são submetidos. Dentre outras formas de estresse dos suínos no frigorífico estão: o abate imediatamente após o desembarque, ou tempo curto de descanso com brigas entre os animais, o que pode resultar no aumento de carnes PSE (WARRISS et al., 1998b).

O período de descanso no frigorífico é um procedimento do manejo pré-abate, que tem sido utilizado para possibilitar a recuperação dos suínos do estresse físico e psicológico

ocorrido no transporte (VAN DER WAL et al., 1997 e 1999). Além disso, este período auxilia na manutenção da velocidade constante da linha de abate (DALLA COSTA et al., 2008). De acordo com Bertol (2005), o aumento da incidência de PSE, pode estar associado ao estresse causado próximo ao momento do abate, que promove uma maior degradação do glicogênio, acúmulo de lactato no músculo que associado à temperatura elevada da carcaça, promove rápida queda do pH *post-mortem*, causando desnaturação das proteínas musculares, repercutindo no defeito PSE.

Nas baias de espera, uma prática utilizada para minimizar o estresse térmico é a utilização de aspersão de água nos suínos. No entanto, para o sistema ser eficaz é necessário que haja pressão suficiente dos bicos de aspersão para promover a formação de gotículas extremamente pequenas que proporcionem sensação térmica adequada (LUDTKE et al., 2010). Além disso, recomenda-se a aspersão quando a temperatura ambiente está entre 10 a 30°C e umidade relativa do ar menor que 80%. Para temperaturas abaixo de 5°C, esta prática não é indicada, pois resulta em acentuada perda de calor promovendo hipotermia nos animais, o que pode levar a tremores musculares e aumento da incidência de DFD (HOMER; MATHEUS, 1998; KNOWLES et al., 1998).

Warriss et al. (1994) recomendaram o uso de aspersão intermitente, com aplicação durante 30 minutos na chegada ao frigorífico e posteriormente 30 minutos antes da saída dos suínos das baias de espera. Já Chevillon (2001) constatou que a aplicação por um tempo entre 10 a 20 minutos foi suficiente para diminuir a temperatura corporal dos suínos de 3 a 4°C.

Bases fisiológicas dos suínos e equilíbrio térmico

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, capazes de controlar a temperatura interna quando submetidos a oscilações de temperatura ambiente, possuindo um centro termorregulador no sistema nervoso central, sendo o hipotálamo o responsável pelo controle da produção e dissipação do calor por meio de mecanismos como: fluxo de sangue, ereção dos pelos, modificações na frequência respiratória e no metabolismo (SYDENSTRICKER, 1993).

O suíno adulto tem a temperatura corpórea média entre 38,7 a 39,8°C e apresenta um sistema termorregulador deficiente, pois possuem glândulas sudoríparas queratinizadas, um grande aporte de tecido adiposo e um elevado metabolismo. Além disso, são caracterizados por serem sensíveis ao frio quando leitões e ao calor quando adultos, o que dificulta sua

adaptação no clima tropical (CAVALCANTI, 1973 apud. SOUSA, 2002). Portanto, um dos maiores desafios na suinocultura é o controle das condições térmicas ambientais devido aos efeitos diretos no bem-estar animal (LUDTKE et al., 2010).

O conforto térmico ou termoneutralidade é uma faixa de temperatura ambiente que possibilita a taxa metabólica mínima e a homeostase é mantida com menor gasto energético, de modo que, a fração de energia utilizada para a manutenção é mínima e a energia convertida para a produção é máxima (MACARI; FURLAN, 2001).

O funcionamento do organismo animal é o resultado de processos físicos e químicos que são sensíveis às alterações de temperatura, fazendo que os animais utilizem diversas estratégias para regular a temperatura corporal. Segundo Nääs (1989), a termorregulação, apesar de ser um meio natural de controle de perda de calor pelo organismo, representa esforços extras, que culminam em queda da produtividade.

Em geral, para manter a termoneutralidade, os animais utilizam diversos mecanismos comportamentais e fisiológicos. Para combater os efeitos do estresse provocado pelo frio, os suínos mudam o comportamento, buscando locais mais quentes, longe de correntes de vento, se aconchegam uns perto dos outros e podem aumentar o nível de atividade física. Os principais mecanismos fisiológicos são o aumento da ingestão de alimentos, diminuição da circulação periférica, piloereção, glicogênese por meio de tremor muscular, queima de tecidos adiposos e, como último recurso, utilizam-se das próprias proteínas num processo catabólico. Em situações de estresse causado pelo calor os suínos manifestam prostração, buscam locais mais frescos e com proteção da radiação solar, procuram lâminas de água ou terrenos úmidos onde se espojam, diminuem a ingestão de alimentos, aumentam o consumo de água, além disso, ocorre vasodilatação periférica, aumento nos batimentos cardíacos, taxa de respiração (ofegação), com intuito de dissipar o calor (RODRIGUES, 2010).

Portanto, para manter a regulação da temperatura corporal é preciso trocar calor continuamente com o ambiente. Essa troca só pode ser eficiente quando a temperatura ambiente está dentro dos limites de termoneutralidade, sendo que cada espécie animal apresenta uma faixa de temperatura de conforto conhecida como zona termoneutra, que é definida como a faixa de temperatura ambiente efetiva, onde a produção de calor é ótima, sendo limitada inferiormente pela temperatura crítica inferior e superiormente pela temperatura crítica superior, onde o animal necessita aumentar e diminuir, respectivamente, a taxa de produção de calor para manter a homeotermia (ROBINSON, 2002).

A zona de conforto térmico é dependente de diversos fatores, alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e

genética, e outros ligados ao ambiente, como a temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, radiação solar, tipo de piso, entre outros. Devido a esses fatores existem diferenças na literatura em relação às zona de conforto térmico e os limites da temperatura crítica inferior e superior para as diferentes categorias de suínos (HANNAS, 1999).

A regulação da temperatura corporal é realizada quase totalmente por mecanismos de “feedback” e quase todos eles se operam por meio dos centros termorreguladores do hipotálamo, termorreceptores na pele e em tecidos mais profundos incluindo medula espinhal, órgãos abdominais e grandes veias. Quando os centros térmicos do hipotálamo detectam que a temperatura corporal está excessivamente alta ou baixa, eles desencadeiam procedimentos apropriados para aumentar ou diminuir a temperatura corporal. No acondicionamento ambiental dos suínos existe a importância do conceito de "temperatura crítica", que marca o limite da "zona de termoneutralidade" e determina os pontos da temperatura ambiental, abaixo ou acima dos quais os animais precisam ganhar ou perder calor para manter sua temperatura corporal constante (ROBINSON, 2002).

A Tabela 1 mostra as condições ótimas de temperatura no interior das instalações para suínos.

TABELA 1. Zona de termoneutralidade dos suínos nas diversas fases de produção

Categoria	Temperatura ideal (°C)		Temperatura Crítica (°C)		Umidade relativa (%)
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Ótima
Matrizes	18	12	30	0	50-70
Leitões/ nascimento	32	30	35	15	70
1 semana	28	27	35	15	70
2 semanas	26	25	35	13	70
3 semanas	24	22	35	13	70
4 semanas	22	21	31	10	70
5-8 semanas	22	20	30	8	50-70
20 a 30 kg	20	18	27	8	50-70
30 a 60 kg	18	16	27	5	50-70
60 a 100 kg	18	12	27	5	50-70

Fonte: Silva, (1999).

Dentre os mecanismos para promover a troca de calor com o ambiente há a radiação, convecção, condução e evaporação (ROBINSON, 2002; LUDTKE et al., 2010). A radiação promove a troca de calor por meio de ondas eletromagnéticas, que ocorrem quando o suíno emite calor para um ambiente mais frio ou absorve a radiação sob a forma de onda. Dentre as fontes de radiação que promovem o ganho de calor estão o sol, lâmpadas e até mesmo o fogo. Na condução a troca de calor se dá por meio do contato direto do corpo do suíno com uma superfície. Já na convecção, a transferência de calor se deve a movimentação de ar na superfície da pele ou da circulação sanguínea transportando calor dos tecidos para a superfície corpórea do suíno. A evaporação, por sua vez possibilita a troca de calor transformando o líquido para a fase gasosa, ou seja, vapor. O resfriamento evaporativo respiratório (ofegação) é um dos mais importantes mecanismos para perda de calor em temperaturas elevadas (ROBINSON, 2002).

Destaca-se que outra forma de troca de calor por evaporação é a sudorese, no entanto, em suínos, ela é praticamente nula devido ao número reduzido de glândulas sudoríparas e sua eficiência restrita. Nos casos da troca de calor por radiação, convecção e condução há uma dependência apenas em relação à temperatura dos suínos e do ambiente, no entanto a evaporação é dependente tanto da temperatura quanto da umidade relativa do ar ao redor dos suínos.

Mecanismos do estresse

O estresse é o principal indicador utilizado para avaliação do bem-estar animal. Durante situações de estresse em resposta as ameaças do ambiente, os suínos necessitam de ajustes fisiológicos e ou comportamentais, para adequar-se aos aspectos adversos (GRANDIN, 1998; MOBERG, 2000 e MACHADO FILHO; HÖTZEL, 2000), com isso, uma série de respostas neuroendócrinas e comportamentais, são ativadas para manter o equilíbrio das funções vitais (homeostase) (VON-BORELL, 1995). O bem-estar é prejudicado quando o animal não consegue manter a homeostase, ou quando consegue mantê-la à custa de muito esforço (PARANHOS DA COSTA, 2004).

Os animais respondem fisiologicamente ao estresse de modo característico. Esta resposta tem dois componentes. A primeira reação dos animais ao serem expostos a estímulos estressantes é alteração do seu comportamento, que é uma tentativa de escapar ou aliviar-se do agente estressor. Na presença deste agente, ocorre uma ativação do sistema autônomo, visando defesa biológica e isso acontece por meio de uma resposta rápida ao estresse, denominada “alarme”, “síndrome de emergência” ou também “reação de luta ou fuga” (MOBERG, 2000).

O responsável por regular as situações de estresse é o sistema nervoso autônomo, sendo caracterizado por ser uma parte do sistema nervoso que geralmente não está sob o controle consciente, por esse motivo, este segmento é chamado de *autônomo*, das palavras gregas que significa “autogovernado” ou “independente” (CUNNINGHAM, 2002).

O sistema nervoso autônomo (SNA) é usualmente definido como um sistema nervoso periférico, que inerva o músculo liso e cardíaco e alguns tipos de tecido glandular, embora ele também esteja sujeito a um controle reflexo cerebral. O SNA regula funções subconscientes no organismo, como pressão sanguínea, frequência cardíaca, motilidade intestinal e o diâmetro pupilar, no entanto a principal função desse sistema é manter a homeostase do organismo (WARRISS, 2003).

Com base na origem anatômica dos neurônios pré-ganglionares e dos transmissores sinápticos ao nível do órgão alvo, o SNA é separado em duas subdivisões que são o sistema nervoso simpático e o sistema nervoso parassimpático (CUNNINGHAM, 2002).

O sistema nervoso parassimpático é caracterizado pela acetilcolina como neurotransmissor e estar associado com as partes craniais e sacrais da medula espinhal, enquanto que, o sistema nervoso simpático, o qual o neurotransmissor é a noradrenalina, está

associado as partes torácicas e lombares da espinha dorsal, sendo que o sistema nervoso simpático inerva as glândulas adrenais (WARRISS, 2003).

A resposta ao estresse 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), que é transportado até a hipófise (pituitária), estimulando a síntese e a liberação de hormônio adrenocorticotrófico (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, cria diferentes sinais, entre os quais está o aumento da frequência respiratória e cardíaca nos animais (MATTERI et al., 2000).

Há pelo menos dois métodos para medir o estresse; por meio da resposta comportamental e pela avaliação das funções biológicas (endócrinas e enzimáticas) nos fluídos ou tecidos de animais. No caso dos animais de abate, as informações adicionais do estresse *ante-mortem*, podem ser obtidas por avaliações posteriores na carcaça (SHAW; TUME, 1992).

Comportamento

Dentre os conceitos aplicáveis ao bem-estar animal, é possível conceituá-los como: estado fisiológico, comportamental e psicológico que se qualificam bons aos animais (MOLENTO, 2005; BROOM; MOLENTO, 2004). Paralelo a isto, a avaliação do bem-estar torna-se importante, visando às necessidades de adequações à produção animal.

Na natureza, os suínos são animais sociais, que vivem normalmente em pequenos grupos de 2 a 6 fêmeas, possuindo um relacionamento próximo de suas leitegadas. Enquanto que os machos tem a tendência de viver isolados durante a maior parte do tempo ou formam grupos com outros machos. Quando isolados podem apresentar mudanças comportamentais, tornando-se mais agitados e até agressivos (SPILSBURY, 2003, LUDTKE et al., 2010,)

A hierarquia dos suínos é estabelecida por meio dos comportamentos agonísticos que incluem condutas de ameaças e disputas entre os animais para estabelecer a ordem de dominância. O *status* social está relacionado à posição com direitos e obrigações que tem um indivíduo perante os demais membros do grupo. Apesar dessas interações agonísticas, os suínos desfrutam da companhia de outros da mesma espécie, possuindo um ritual de “reconhecimento” que comumente incluem a comunicação entre focinhos ou do focinho

com a parte genital do outro animal, com intuito de reconhecimento e aceitação dos membros do grupo (SPILSBURY, 2003).

No caso do descanso, os suínos por serem animais gregários e apresentarem estruturas sociais complexas criam laços fortes de proteção uns com os outros. Assim, quando estão descansando tem o hábito de deitarem agrupados. Segundo Fraser e Broom (1990) apud. Spilsbury (2003) os suínos, em granjas, passam a maior parte do tempo descansando e isto é realizado de forma simétrica e em conjunto, durante cerca de dezenove horas diárias.

Dentro do complexo repertório comportamental, uma característica marcante é a capacidade exploratória dos suínos, que é realizada com o focinho, que é um órgão sensitivo muito desenvolvido. Além disso, possuem grande curiosidade e alta capacidade cognitiva (ROLLIN, 1995; KILGOUR; DALTON, 1984). Um fato interessante, relacionado à exploração, é que caso não haja objetos ao seu redor para investigar, fuçar e mordiscar utilizam os próprios suínos como substitutos (SPILSBURY, 2003).

Portanto, a etologia, ou estudo do comportamento, não é invasivo e pode fornecer informações importantes com relação às características do animal e a interação com o ambiente que lhes é proporcionado (MORMÈDE, 1999). Esta pode propiciar uma nova perspectiva para produção animal, aumentando ganhos diretos e indiretos e esclarecer situações até agora não consideradas ou pouco compreendidas, pois diversos comportamentos são capazes de fornecer informações imediatas sobre o bem-estar dos animais (PARANHOS DA COSTA, 2002).

Para assegurar o bem-estar é necessário definir a forma adequada para realizar os procedimentos de manejo com os animais em relação as suas características, a harmonia e a interação entre homem e animal, pois estes são dependentes do conhecimento do produtor quanto ao comportamento dos suínos (HEMSWORTH; COLEMAN, 1999; VAN DER WAL et al., 1997). Além disso, pesquisas têm demonstrado que dependendo da forma como os funcionários responsáveis pelos procedimentos de rotina nos frigoríficos interagem com os animais e realizam essas atividades, isto pode causar situações de medo, limitando o bem-estar animal e consequentemente a qualidade da carne (HEMSWORTH, 2003; HEMSWORTH; COLEMAN, 1999).

Determinação de Cortisol

O cortisol é um hormônio produzido no córtex adrenal, e parte de suas funções está na regulação do catabolismo de carboidratos e proteínas (KOOPMANS et al., 2005). A quantificação desse hormônio no soro sanguíneo tem sido utilizada para verificar o nível de estresse que o animal foi submetido durante a criação ou em situações que antecedem o abate (MARIA et al., 2004).

O cortisol é secretado, em resposta à liberação do hormônio adreno-corticotrófico (ACTH) pela hipófise em situações de estresse. A liberação desse hormônio pelo córtex adrenal, resulta em elevada concentração de glicose plasmática, através do aumento da glicogenólise hepática e gliconeogênese associada ao catabolismo da proteína. Os animais elevam os níveis plasmáticos de cortisol no manejo pré-abate estressante, em resposta ao estresse psicológico sofrido, que prepara seu organismo com suprimento extra de energia, permitindo a “reação de luta ou fuga” (SHAW; TUME, 1992; SHAW; TROUT, 1995).

Grandin (1994) observou que em situações de extremo estresse, os valores de cortisol podem dobrar ou quadruplicar. Shaw et al. (1992, 1995) sugeriram que na comparação de dois tratamentos, em relação ao estresse, que o grupo que produzir cortisol em valores médios mais baixos, seja adotado como o menos estressante, 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 de cortisol e o grau de lesões de pele, causadas por brigas entre os suínos no manejo. Warriss et al. (1998b) e Pérez et al. (2002) avaliaram tempos diferentes de transporte e constataram diferença significativa nas concentrações de cortisol.

BROWN et al. (1998) estabeleceram para suínos abatidos em condições estressantes $17,02\mu\text{g}.100\text{mL}^{-1}$ e em situações de mínimo estresse $7,62\mu\text{g}.100\text{mL}^{-1}$. Shaw e Trout (1995) avaliaram a concentração de cortisol plasmático em suínos que desenvolveram carne PSE, encontrando valores elevados ($16,63\mu\text{g}.\text{dL}^{-1}$).

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 circulatória. 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, pode causar rápida glicogenólise (SHAW; TUME, 1992). A enzima comumente utilizada para avaliar danos musculares é a creatina fosfoquinase, que está envolvida no processo metabólico de obtenção de energia (WARRISS et al., 1998a).

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 Pérez et al. (2002) em relação a tempos de transporte.

Influência do Estresse na Qualidade da Carne

Entre os fatores que podem interferir na qualidade da carne suína, encontram-se os *ante-mortem*: genética (LEHESKA et al., 2003), nutrição (GEESINK et al., 2004), peso de abate, sexo (KARLSSON; LUNDSTRON 1992), e durante o manejo pré-abate: tempo de jejum na granja (MURRAY et al., 2001; LEHESKA et al., 2003), densidade no transporte (NANNI COSTA et al., 1999; NANNI COSTA et al., 2002), sistema de embarque (NANNI COSTA et al., 2002), condições climáticas (GISPERT et al., 2000; O'NEILL et al., 2003), tempo de descanso antes do abate (AASLYNG et al., 2001; NANNI COSTA et al., 2002; GEESINK et al., 2004), melhoria do ambiente e do manejo de condução dos suínos (GEVERINK et al., 1998; BERTOL, 2003; HAMBRECHT, 2004; LAMBOOIJ et al., 2004) e os *post-mortem*: tipo do abate, resfriamento das carcaças e processamento (JONGMAN et al., 2000).

A qualidade da carne inclui características nutricionais, higiênicas, sensoriais e tecnológicas (PELOSO, 2002). Dentre os aspectos objetivos da qualidade de carne suína estão: pH inicial (pH 45 minutos – pH₁), pH último (24 horas após o abate – pH_u), cor,

capacidade de retenção de água e gordura intramuscular, e aspectos subjetivos, tais como maciez, suculência, aparência da carne e a resistência à mastigação (CULAU et al., 1993; SALLIER, 1995; BROWN et al., 1999, NANNI et al., 2002).

O declínio do pH depende das concentrações iniciais de glicogênio e fosfocreatina 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 qualidade da carne, assim como, os níveis de glicogênio não são significativamente reduzidos (HENCKEL et al., 2002). Entretanto dependendo da duração e da intensidade do estresse, a depleção do glicogênio poderá ocorrer (GOLLNICK; MATOBA, 1984).

O estresse de alta intensidade pode influenciar no declínio do pH, reduzindo a quantidade de glicogênio e fosfocreatina, antecipando a queda do pH *post-mortem*. Como a intensidade do estresse é aumentada, a contração do músculo deve ser suprida com maior produção de ATP, que provém de fontes anaeróbicas, pela degradação de fosfocreatina e glicogênio, formando altas concentrações de ácido láctico (GOLLNICK; HERMANSEN, 1973). Se o animal é abatido nesse momento, ocorre aumento na velocidade de queda do pH *post-mortem*.

Em situações de estresse intenso, a velocidade de queda do pH pode aumentar de duas a quatro vezes, podendo o pH na primeira hora chegar a valores abaixo de 6,0 (SWATLAND, 1995). O desenvolvimento de acidez (baixo pH) no músculo, associado a temperatura elevadas (acima de 25°C), provoca maior desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e nas miofibrilares, durante a conversão do músculo em carne (LAWRIE et al., 1998; JOO et al., 1999; CHANNON et al., 2000). A desnaturação causa perda da solubilidade protéica e da capacidade da água ligar-se as proteínas, além de mudar a coloração (HENDRICK et al., 1993; FISCHER et al., 2000; ROSENVOLD; ANDERSEN, 2003), caracterizando o defeito da carne pálida, flácida e exsudativa (PSE) em diferentes graus.

A relação do estresse com a velocidade de glicólise é fundamental no metabolismo *post-mortem*, para caracterizar os possíveis defeitos da carne. Para melhor dimensionar esses defeitos, alguns autores, entre os quais Machado Filho e Hotzel, (2000) e Rosenvold e Andersen, (2003) classificam o estresse pelo tempo de duração: curto e longo. Suínos expostos a estresse de curta duração, estão susceptíveis a desenvolver defeitos na qualidade da carne como RSE e PSE. Enquanto o estresse de longa duração está associado à presença

de carne DFD. A carne RSE (vermelha, flácida e exsudativa) é um tipo de PSE intermediária, mas sem atingir o extremo da desnaturação protéica (DENG et al., 2002). As primeiras descrições desse defeito foram realizadas por Kauffmann et al. (1993), Warner et al. (1997) e Van Laack e Kauffmann (1999) ao constatarem que algumas carnes apresentavam alto percentual de exsudação (acima de 5%) e coloração normal, diferindo da PSE.

Alguns países avaliaram os prejuízos decorrentes do manejo inadequado e encontraram perdas anuais de 1.500 toneladas no Canadá (MURRAY, 2000) e de US\$ 20 milhões na Austrália (WHAN, 1993). De acordo com os dados do Meat and Livestock Commission, (1985) as carcaças que apresentam lesões severas podem perder até 6% do seu valor econômico. Baseando-se nestes dados Dalla Costa, (2005) avaliou em suínos da região Sul do Brasil a incidência de lesões de pele da granja até a área de insensibilização e constatou que 95% dos suínos apresentavam pelo menos uma lesão de pele, e 17,6% apresentavam lesões severas na carcaça. Estes dados demonstram que, no Brasil, não se tem prestado muita atenção nestes prejuízos, principalmente produtores, transportadores e frigoríficos, que estão diretamente envolvidos e pouco sabem sobre as consequências de um manejo pré-abate inadequado, o que traz reflexos negativos na rentabilidade dos produtores e frigoríficos (PARANHOS DA COSTA, 2004).

Período de Descanso

O período de descanso é fundamental para a recuperação do estresse psicológico e físico do transporte (VAN DER WAL et al., 1997 e 1999), além de possibilitar a realização da inspeção *ante-mortem* e manter a velocidade da linha de abate.

No entanto, o benefício da recuperação do estresse ocasionado pelas etapas de manejo pré-abate podem ser perdidos se os suínos forem expostos a períodos inadequados de descanso ou se as condições ambientais forem estressantes, como excesso de vocalização, ruídos, calor e densidade inadequada (FAUCITANO, 2001).

Pesquisas têm demonstrado que dependendo da forma como as pessoas responsáveis pelos procedimentos de rotina nos frigoríficos interagem com os animais e realizam essas atividades, isto pode causar situações de medo. Portanto, essas intervenções podem limitar o bem-estar animal e consequentemente a qualidade da carne (HEMSWORTH, 2003; HEMSWORTH; COLEMAN, 1999).

Suínos submetidos a áreas de descanso com altos níveis de estresse podem apresentar uma taxa de mortalidade de 0,57% (GUÀRDIA et al., 1996), enquanto que Warriss, et al. (1994) observaram altos níveis de lactato e CPK no sangue e mais que o dobro da incidência de carne PSE em suínos.

O período de descanso considerado ideal para a permanência dos suínos nas baias de espera de frigoríficos deve variar entre 2-3 horas, para evitar problemas no bem-estar animal, escore de danos na carcaça e a qualidade de carne (WARRISS et al., 1998a). No entanto, na prática o tempo de descanso varia entre 1 a 15 horas, devido a logística de transporte e disponibilidade de suínos próximo ao frigorífico (FAUCITANO, 2001).

No Brasil o Serviço de Inspeção Federal adotava o tempo de descanso mínimo de seis horas (BRASIL, 1952), porém a partir de 2009, com a publicação da Circular 11 de 22 de julho de 2009, reduziu-se o tempo mínimo de permanência nas baias para três horas. Esta exigência assemelha-se as recomendações feitas por Milligan et al. (1998); Van Der Wal et al. (1997) e Warriss et al. (1998a) que avaliaram como tempo ideal o intervalo entre 2 a 3 horas.

Entretanto, suínos submetidos a períodos de descanso menores que duas horas apresentam valores mais baixos de pH quando comparado com longos períodos e essa variação está relacionada com as reservas de glicogênio e a presença de ácido láctico. WARRISS et al. (1998a), OWEN et al. (2000) e NANNI COSTA et al. (2002).

Suínos que não são submetidos ao descanso apresentam maiores porcentagens de carcaças com problema de PSE, em comparação aos que descansam por 1 a 2 horas (OWEN et al., 2000). O aumento do período de descanso reduz a incidência de carcaças com problema de PSE, mas longos períodos podem aumentar a incidência de carcaças com o defeito DFD (GISPERT et al., 2000; NANNI COSTA et al., 2002).

CAPÍTULO II

Artigo 1. Comportamento dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso.

Artigo submetido na Revista: Archives of Veterinary Science

COMPORTAMENTO DOS SUÍNOS SUBMETIDOS A DIFERENTES PERÍODOS DE ASPERSÃO E TEMPOS DE DESCANSO

Behavior of pigs submitted to different water spray periods and resting times

RESUMO Avaliou-se o comportamento dos suínos submetidos a dois períodos de descanso e três períodos de aspersão nas baias de espera. Foram utilizados 720 suínos castrados (peso médio de 110 kg) submetidos a três períodos de aspersão (contínuo, 60 e 30 minutos) e dois períodos de descanso (três e seis horas) durante oito dias consecutivos. O dia de avaliação foi considerado como bloco, sendo que cada dia foram avaliados 90 suínos. Na chegada ao frigorífico, os suínos foram distribuídos aleatoriamente em seis baias com densidade de 0,60m²/100 kg. Durante a permanência dos mesmos nas baias de espera, avaliou-se a temperatura superficial dos suínos e as condições ambientais (temperatura e umidade). O etograma foi realizado por meio de câmeras com posterior decomposição das imagens, no qual foram analisadas as frequências das categorias comportamentais: deitado (aglomerado ou isolado), sentado, explorando (englobando as atividades em pé, caminhando e fuçando), bebendo água, brigando, montando e outras atividades que englobaram as seguintes categorias comportamentais: fuçando outro e mordendo.

Concluiu-se que, considerando a finalidade do período de descanso nas baias de espera no frigorífico, o uso de aspersão intermitente com período de descanso de 3 horas proporcionou um adequado descanso aos suínos e possibilitou melhor adequação ambiental comparado à aspersão contínua para as condições climáticas em Santa Catarina

Palavra chave: água, categorias comportamentais, estresse, temperatura

ABSTRACT The behavior of pigs submitted to two resting periods and three water spray periods in lairage was evaluated. 720 barrows (average body weight of 110kg) were utilized and submitted to three water spray periods (continuous, 60 and 30 minutes) and two resting times (three and six hours) for eight consecutive days. The evaluation day was considered a block, and 90 pigs were evaluated every day. Upon arrival at the slaughterhouse, the pigs were randomly distributed into six pens with 0.60m²/100 kg density. During the stay in lairage pens, the surface temperature of the pigs and the environmental conditions (temperature and humidity) were assessed. An ethogram was done by cameras with posterior image decomposition to analyze the frequency of behavioral categories: lying (in clusters or isolated), sitting, exploring (including activities while standing, walking and nosing), drinking water, fighting, mounting and other activities that included the following behavioral categories: butting the other with the snout and biting. Considering the purpose of the resting period in slaughterhouse lairage, the use of intermittent water spray with a 3-hour resting time provided adequate rest to the pigs and allowed a better environmental adaptation when compared to continuous water spray for the climatic conditions of Santa Catarina

Keywords: water, environmental categories, stress, temperatures

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas demostram que os momentos que as condições de ambiente e manejo que antecem o abate dos suínos pode influenciar o bem-estar e a qualidade de carne. Portanto, o benefício em dar aos suínos um tempo de descanso após o transporte e antes do abate pode ser perdido se os animais forem sujeitos ao mau manejo e a condições ambientais estressantes na área de espera (MOSS, 1980, GUISE; PENNY 1989ab).

Os suínos apresentam um sistema de termorregulação deficiente por possuírem glândulas sudoríparas afuncionais (ROBINSON, 2002), resultando em problemas com a dissipação de calor.

Uma prática para minimizar o estresse térmico dos suínos nas baias de espera do frigorífico é a utilização da aspersão de água. Esta técnica possui as seguintes vantagens: possibilita que os suínos se refresquem o que reduz o esforço cardiovascular e assim melhora a qualidade da carne. Além de reduzir o odor e limpar os animais proporcionando menor contaminação bacteriana na linha de abate, além de aumentar a eficiência da insensibilização (WEDDING et al., 1993), por diminuir a resistência, na passagem da corrente elétrica, causada pelas sujidades (SMULDERS et al., 1982). Além disso, este procedimento acalma os suínos e reduz o comportamento agressivo na área de espera e consequentemente facilita o manejo na entrada do corredor de atordoamento (WEDDING et al., 1993).

Assim, buscou-se avaliar os efeitos comportamentais dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão em suínos submetidos a dois tempos de permanência nas baias de espera, bem como verificar as temperatura superficial dos suínos e as condições climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliou-se o comportamento dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso nas baias de espera do frigorífico. Foram utilizados 720 suínos híbridos (matrizes F1 Aurora= Landrace x Large White acasaladas com machos Agroceres®), procedentes de oito granjas obtidas da Cooperativa Oeste Catarinense, a qual atende o frigorífico Aurora localizado em Chapecó –SC. As etapas de manejo pré-abate foram padronizadas e a distância de transporte das granjas até o frigorífico variou de 110 a 130 km.

Os suínos foram submetidos a três períodos de aspersão (contínuo, 60 e 30 minutos) e dois tempos de descanso (3 e 6 horas) nas baias de espera do frigorífico. Para cada tratamento foram realizadas oito repetições ao longo do período de avaliação. Cada dia de avaliação foi considerado como bloco, sendo avaliados 90 suínos por dia. Na Tabela 1 encontra-se descrito o esquema de aspersão aplicado nos suínos durante a permanência nas baias de espera do frigorífico.

TABELA 1. Esquema dos períodos de descanso e tempo de aspersão aplicados nos suínos mantidos nas baias de espera do frigorífico

Tratamento	Período de descanso	Tempo de aspersão¹
T1	3 horas	30minutos (duas aplicações de 15 minutos cada)
T2	3 horas	60minutos (duas aplicações de 30 minutos cada)
T3	3 horas	Contínua (180 minutos)
T4	6 horas	30minutos (duas aplicações de 15 minutos cada)
T5	6 horas	60minutos (duas aplicações de 30 minutos cada)
T6	6 horas	Contínua (360 minutos)

¹ As aplicações de aspersão intermitentes foram realizadas após a chegada dos suínos nas baias de espera e posteriormente antes da saída para a insensibilização.

Na plataforma de desembarque do frigorífico, os suínos foram identificados por meio de brincos e conduzidos para as baias de espera, sendo distribuídos aleatoriamente em seis baias (uma baia/tratamento), com dimensões de 3,10 x 3,00 metros e densidade de 0,60 m²/100kg. O regime de aspersão aplicado nos suínos nas baias de espera obedeceu à vazão média de 29,58 ml de água por segundo, sendo aplicado em toda a dimensão da baia.

A avaliação comportamental foi realizada por meio da utilização de câmeras, colocadas nas baias de descanso no frigorífico com a finalidade de evitar a distração dos suínos pela presença de pessoas transitando no local.

Foram observadas as seguintes categorias comportamentais: deitado (aglomerado ou isolado), sentado, explorando (englobando as atividades em pé, caminhando e fuçando), bebendo água, brigando, montando e outras atividades que englobaram as seguintes categorias comportamentais: fuçando outro e mordendo.

Para evitar possíveis interferências na interpretação dos dados estabeleceram-se metodologias padronizadas, onde apenas dois avaliadores foram os responsáveis pelas avaliações etológicas dos suínos nas baias de espera do frigorífico, sendo que ambos avaliaram os seis tratamentos.

A interpretação do etograma foi realizada por meio da decomposição dos vídeos, onde se aplicou o método *Scan*, observando-se a cada dois minutos o número de animais que apresentava comportamento relativo às categorias previamente definidas. Esta avaliação foi realizada durante todo período de permanência nas baias de espera.

Para padronizar a aferição da temperatura superficial dos suínos, a medição dessa variável iniciava-se cinco minutos após a entrada dos animais nas baias de espera do frigorífico. O controle da temperatura superficial dos suínos nas baias de espera do frigorífico, foi realizado com o auxílio do medidor termômetro infravermelho Mini TempTM Raytek Modelo MT4. Para isso, quatro suínos por tratamento foram identificados com bastões coloridos, para a mensuração da temperatura em intervalos de 15 minutos, totalizando 12 e 24 medidas, nos períodos de descanso de 3 e 6 horas, respectivamente.

Para a análise da temperatura e umidade do ambiente, foram inseridos nas baias de espera termohigrômetros digitais, modelo iButton[®] DS1923 (Hygrochron Temperature/Humidity Logger iButton[®]), sendo programados para fornecer as informações em intervalos de 30 segundos durante todo o período de permanência dos suínos nas baias de espera do frigorífico.

Na análise da temperatura e umidade do ambiente e a temperatura corpórea dos suínos instituiu-se períodos de avaliação a fim de verificar o efeito do sistema de aspersão por meio da oscilação dessas variáveis. Em ambas, os períodos de avaliação foram estabelecidos de acordo com a etapa de desenvolvimento do experimento, sendo divididos em quatro etapas: 1ª etapa - início do experimento, quando o sistema de aspersão foi ligado, 2ª etapa- fase que o sistema de aspersão foi desligado, 3ª etapa - momento do início da segunda fase do experimento, quando o sistema de aspersão foi reiniciado, 4ª etapa - fim da segunda fase do experimento, quando o sistema de aspersão foi desligado e os suínos foram conduzidos à insensibilização.

Nas Figuras 1 e 2 observam-se os esquemas de avaliações para os tratamentos de 60 minutos e 30 minutos de aspersão nos suínos durante os períodos de descanso de 3 e 6 horas, respectivamente, nas baias de espera do frigorífico.



FIGURA 1. Diagrama dos períodos de avaliação das condições climáticas ambientais e temperatura dos suínos submetidos ao período de descanso de 3 horas.

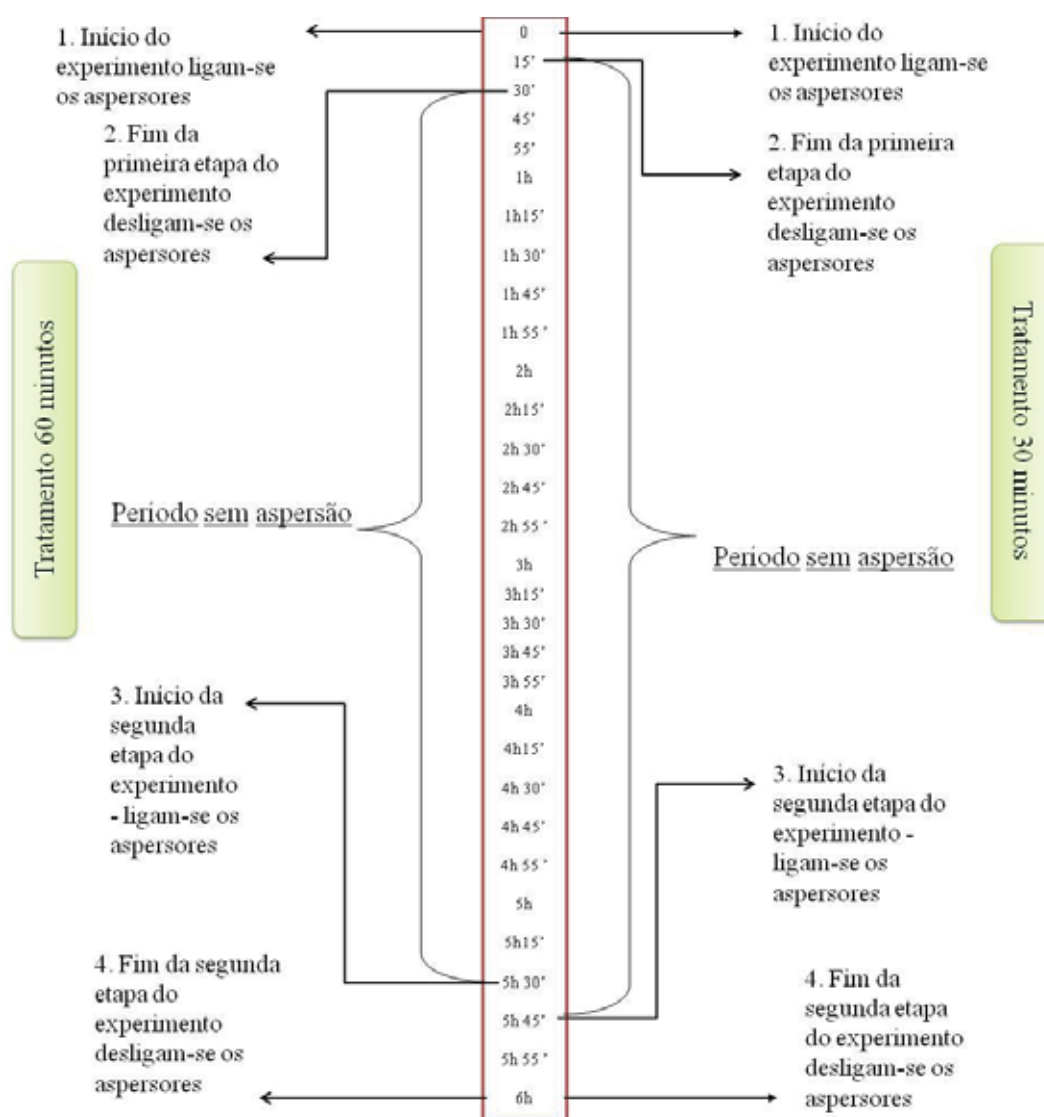


FIGURA 2. Diagrama dos períodos de avaliação das condições climáticas ambientais e temperatura dos suínos submetidos ao período de descanso de 6 horas

Análise estatística do comportamento

No período inicial do experimento, os aspersores foram ligados simultaneamente para todos os tratamentos, o que fez com que nos primeiros momentos de avaliação (15 minutos iniciais) os tratamentos proporcionados aos suínos fossem igualmente oferecidos. Para descartar as possíveis diferenças existentes na individualidade dos suínos entre os procedimentos estabelecidos, gerou-se o fator de correção com a finalidade de padronizar os

tratamentos à escala média unitária na avaliação do comportamento dos suínos no momento inicial estabelecido, o qual foi nomeado como resultado inicial (RI). Posteriormente fez-se a comparação com os demais momentos unidos no denominado resultado complementar (RC).

Portanto, o etograma foi resumido em dois grandes grupos resultantes do somatório das frequências dos momentos iniciais e do somatório dos momentos complementares, denominados RI e RC, respectivamente, conforme ilustra a Figura 3.

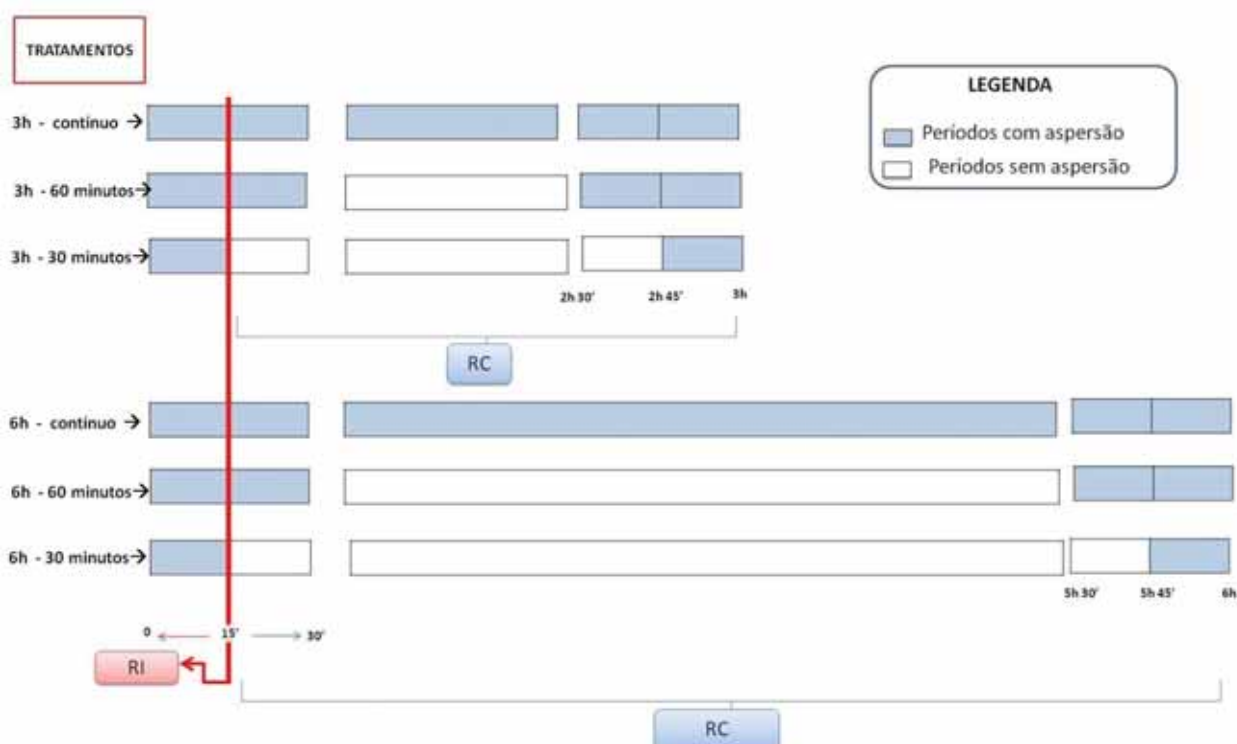


FIGURA 3. Diagrama dos períodos de descanso e tempos de aspersão e fatores de correção

No entanto, como o comportamento dos suínos foi avaliado a cada dois minutos, o RI foi calculado mediante a soma das frequências de cada categoria comportamental por repetição nos 15 minutos iniciais, portanto avaliaram-se oito medidas. O RC foi calculado pela soma das frequências dos demais momentos avaliados, sendo que para as três horas foram 82 medidas e para seis horas 172 medidas.

Para a padronização do experimento, no RI, do somatório das frequências de cada categoria comportamental fez-se a média e dividiu-se pelo número de medidas de avaliação

($n = 8$), assim, gerou-se o fator de correção. No RC, do somatório das frequências de cada categoria comportamental também se fez a média e dividiu-se pelo número de médias de avaliação (3 horas = 82 medidas e 6 horas = 172 medidas). Posteriormente, do valor obtido dividiu-se pelo fator de correção, o que permitiu que os momentos de avaliação apresentassem médias unitárias.

Para avaliar os resultados, utilizou-se a técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes (ZAR, 2009), considerando o nível de 5% de significância.

Análise estatística das condições ambientais e da temperatura dos suínos

Para garantir a validade da análise de variância (teorema do limite central) para comparar os tratamentos. Para qualquer variável foi considerada a média correspondente das observações em cada baia, dentro de cada uma das granjas envolvidas. Cada (dia de avaliação) granja foi considerada com o bloco, sendo escolhidas como se fosse uma amostra aleatória das granjas existentes indicadas pela Cooperativa.

O modelo adotado foi $y_{ik} = \mu + g_i + d_k + \varepsilon_{ik}$; sendo que $i=1, 2, \dots, 7$ granjas; $k= 1, 2, 3$ tempo de aspersão, y_{ik} é o valor da resposta na baia correspondente da granja i , tempo de aspersão k ; μ é o efeito da média geral da resposta no experimento; g_i é o efeito de granja no experimento; d_k é o efeito do tempo de aspersão k ; ε_{ik} é o erro aleatório não observável, correspondente ao erro experimental, suposto seguir a distribuição normal de média zero e variância constante. Na análise de variância esse quadrado médio (variância residual) corresponde ao denominador do teste F para testar o efeito do tempo de aspersão.

Para comparar os níveis do tempo de aspersão usou-se o teste T protegido pela significância do teste F. Isto é comparou-se as médias pelo teste T ao nível de 5%, somente quando o teste F foi significativo a 5% (SAS, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2A e 2B foram descritas as medianas e valores mínimos e máximos das categorias comportamentais segundo os períodos de descanso e aspersão e respectivas porcentagens de variação relativas ao momento RI padronizado.

Tabela 2A. Medianas e valores mínimos e máximos das categorias comportamentais dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão

Comportamento	Período de descanso	Período de aspersão	Períodos de avaliação	
			Resultados iniciais	Resultados complementares
Fuçando	3 horas	Contínuo	1,05 (0,14 ; 2,08) ^B	0,37 (0,19 ; 0,52) ^{bA}
	3 horas	30 minutos	1,13 (0,31 ; 1,28) ^B	0,26 (0,14 ; 0,37) ^{abA}
	3 horas	60 minutos	1,16 (0,20 ; 1,36) ^B	0,15 (0,07 ; 0,32) ^{aA}
	6 horas	Contínuo	0,93 (0,45 ; 1,70) ^B	0,28 (0,19 ; 0,73) ^{abA}
	6 horas	30 minutos	1,18 (0,52 ; 1,31) ^B	0,15 (0,05 ; 0,26) ^{aA}
	6 horas	60 minutos	1,17 (0,15 ; 1,52) ^B	0,10 (0,03 ; 0,23) ^{aA}
Sentado	3 horas	Contínuo	1,11 (0,17 ; 1,57) ^B	0,66 (0,21 ; 0,92) ^A
	3 horas	30 minutos	0,66 (0,18 ; 2,27)	0,62 (0,42 ; 1,12)
	3 horas	60 minutos	0,67 (0,00 ; 3,68)	0,81 (0,48 ; 1,54)
	6 horas	Contínuo	0,96 (0,67 ; 1,51)	0,77 (0,34 ; 1,15)
	6 horas	30 minutos	0,85 (0,00 ; 2,16)	0,72 (0,62 ; 1,48)
	6 horas	60 minutos	0,61 (0,00 ; 2,39)	0,43 (0,23 ; 0,80)
Deitado sozinho	3 horas	Contínuo	0,95 (0,21 ; 1,47) ^B	0,47 (0,13 ; 1,34) ^{abA}
	3 horas	30 minutos	0,99 (0,52 ; 1,56) ^B	0,30 (0,11 ; 0,96) ^{aA}
	3 horas	60 minutos	1,25 (0,00 ; 2,32) ^A	0,17 (0,02 ; 0,66) ^{aA}
	6 horas	Contínuo	0,91 (0,00 ; 2,18) ^A	0,66 (0,25 ; 1,00) ^{bA}
	6 horas	30 minutos	0,71 (0,28 ; 2,27) ^B	0,20 (0,12 ; 0,38) ^{aA}
	6 horas	60 minutos	0,97 (0,00 ; 2,45) ^A	0,37 (0,08 ; 1,55) ^{aA}
Deitado Aglomerado	3 horas	Contínuo	0,85 (0,00 ; 2,38) ^A	2,85 (2,48 ; 3,19) ^{abB}
	3 horas	30 minutos	0,66 (0,18 ; 3,70) ^A	7,57 (6,46 ; 8,68) ^{cB}
	3 horas	60 minutos	0,29 (0,187 ; 3,70) ^A	4,54 (3,37 ; 4,92) ^{bB}
	6 horas	Contínuo	1,03 (0,06 ; 1,94) ^A	2,34 (1,69 ; 2,61) ^{abB}
	6 horas	30 minutos	0,30 (0,00 ; 2,74) ^A	5,09 (4,58 ; 5,80) ^{bB}
	6 horas	60 minutos	0,75 (0,00 ; 3,97) ^A	5,81 (5,07 ; 6,28) ^{bB}

*Letras maiúsculas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as medianas dos momentos de avaliação comportamental R1 e RC pela técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes. * Letras minúsculas indicam diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos por categorial comportamental pela técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes.

Tabela 2B. Medianas e valores mínimos e máximos das categorias comportamentais dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos aspersão

Comportamento	Período de descanso	Período de aspersão	Momentos de avaliação	
			Resultados iniciais	Resultados complementares
Brigando	3 horas	Contínuo	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)
	3 horas	30 minutos	0,00 (0,00; 8,00)	0,00 (0,00; 3,12)
	3 horas	60 minutos	0,00 (0,00; 8,00)	0,00 (0,00; 0,39)
	6 horas	Contínuo	0,00 (0,00; 8,00)	0,00 (0,00; 2,23)
	6 horas	30 minutos	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)
	6 horas	60 minutos	0,00 (0,00; 6,40)	0,00 (0,00; 0,74)
Bebendo água	3 horas	Contínuo	0,90 (0,16; 1,96) ^B	0,27 (0,11; 0,67) ^{bA}
	3 horas	30 minutos	0,93 (0,00; 1,95) ^B	0,13 (0,04; 0,31) ^{aA}
	3 horas	60 minutos	0,66 (0,15; 2,10) ^B	0,14 (0,02; 0,27) ^{aA}
	6 horas	Contínuo	0,78 (0,35; 2,60) ^B	0,10 (0,04; 0,35) ^{aA}
	6 horas	30 minutos	1,03 (0,09; 2,43) ^B	0,04 (0,02; 0,26) ^{aA}
	6 horas	60 minutos	0,77 (0,00; 2,87) ^B	0,03 (0,00; 0,13) ^{aA}
Outras atividades (fuçando outro e mordendo)	3 horas	Contínuo	0,89 (0,00; 3,35)	0,81 (0,28; 1,22)
	3 horas	30 minutos	0,64 (0,00; 2,88)	0,28 (0,06; 1,13)
	3 horas	60 minutos	0,00 (0,00; 8,00)	0,45 (0,11; 3,90)
	6 horas	Contínuo	0,91 (0,72; 1,82) ^B	0,37 (0,10; 0,63) ^A
	6 horas	30 minutos	0,00 (0,00; 4,00)	0,59 (0,19; 2,67)
	6 horas	60 minutos	0,00 (0,00; 8,00)	0,09 (0,00; 2,98)

*Letras maiúsculas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as medianas dos momentos de avaliação comportamental RI e RC pela técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes. * Letras minúsculas indicam diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos por categorial comportamental pela técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes.

Como as respostas comportamentais e neuroendócrinas têm grande variação individual, em parte, por diferenças genéticas, etárias e sexuais (SWANSON, 1969), fazendo com que os suínos reajam de diversas maneiras, quando expostos à mesma situação estressante (GLOSLING; JOHN, 1999; BOISSY, 1995), buscou-se descartar essas diferenças existentes pela individualidade dos suínos nos procedimentos estabelecidos em cada tratamento, padronizando o primeiro momento de avaliação, o que justificou a semelhança ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos em todas as categorias comportamentais observadas no etograma no RI.

Na Tabela 2A, verificou-se que no momento RC, os suínos submetidos aos períodos de descanso de 3 e 6 horas com regime de aspersão contínua, não diferiram ($p \geq 0,05$) entre

si, apresentando valores medianos mais altos para o comportamento fuçando. Todavia, ambos os tratamentos diferiram dos demais ($p \leq 0,05$), mas estes não diferiram entre si.

Esses resultados são influenciados pela capacidade exploratória dos suínos, pois fuçam e investigam o ambiente na tentativa de adaptar-se a nova situação, no entanto, como a frequência desta atividade foi maior nos regimes contínuo de aspersão dos dois períodos de descanso, verificou-se que a constante aspersão causou incômodo aos suínos resultando em animais inquietos, o que caracterizou uma reação de defesa (MARGIS et al., 2003) evidenciada pela condição insatisfatória (STOWELL et al., 2001).

Com relação as categorias que indicam descanso, constatou-se que, no RC, a mediana para a categoria sentado não apresentou diferenças ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos. Já a posição deitado sozinho, obteve o mesmo padrão de classificação que a categoria fuçando. O inverso ocorreu na categoria deitado aglomerado, pois em ambos os períodos de descanso com aspersão contínua apresentaram as medianas mais baixas, as quais não diferiram ($p \geq 0,05$) entre si, mas diferiram dos regimes de aspersão intermitente. Assim, os resultados obtidos pelos tratamentos com sistema de aspersão contínua, indicam problemas para o descanso dos suínos, pois a etapa de espera nas baias tem a finalidade de promover o repouso e a recuperação do estresse causado aos animais durante o transporte, podendo causar carcaças com maiores porcentagens de carcaças com problemas de PSE (OWEN et al., 2000, GISPERT et al., 2000; NANNI COSTA et al., 2002) e caso o período de descanso seja inadequado e longo, pode promover estresse adicional, o que pode resultar no aumento das interações agonísticas, especialmente quando há a mistura de lotes (GISPERT et al., 2000, WARRISS et al., 1998a).

Ainda no repertório de comportamentos com a finalidade de descanso, as medianas foram altas na categoria deitado aglomerado dos suínos submetidos à aspersão intermitente sendo semelhantes ($p \geq 0,05$) entre si, com exceção das medianas encontradas no tratamento

com 3 horas de descanso e 30 minutos de aspersão. Sugerindo que a aspersão intermitente não interferiu na atividade comum aos suínos, que em condições naturais tem o hábito de deitarem-se agrupados, além de desenvolverem estruturas complexas criando sociedades hierárquicas com laços fortes de proteção (WARRISS, 1998b).

Embora sejam animais gregários, é importante destacar que em granjas passam cerca de 19 horas diárias descansando (FRASER; BROOM, 1990 apud. SPILSBURY, 2003). Outro fator cogitado foi que deitar aglomerados poderia estar ligado à sensação de frio, todavia, esta hipótese foi descartada, pois em todos os tratamentos a temperatura ambiente as quais os suínos foram expostos não se enquadraram na zona crítica inferior (SILVA, 1999), conforme descrito na Tabela 3.

Os comportamentos agonísticos caracterizados por agressões, brigas, defesas e submissões entre os suínos acontecem como uma tentativa instintiva dos suínos para organizar os grupos e estabelecer uma hierarquia (SPILSBURY, 2003). Neste experimento, apesar de alguns eventos pontuais de briga, as medianas desta atividade não apresentaram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos no momento de avaliação RC.

Entretanto, como os suínos foram alojados em pequenos grupos de 15 animais por baia, segundo recomendações de Rabaste et al. (2007), isto pode ter limitado o aumento da interação social, principalmente brigas (GEVERINK et al., 1996), e isto pode ter favorecido a recuperação do estresse do transporte. Entretanto, como enfatizado por Warriss (2000), as lutas que ocorrem nas baias de descanso estão mais relacionadas com o manejo agressivo do que com o tamanho do grupo alojado nas baias de espera.

Com a finalidade de restabelecer-se do estresse ocasionado durante a viagem os suínos ingeriram mais água nos momentos iniciais, agrupados no RI. No entanto, no RC houve um declínio desta atividade em todos os tratamentos propostos. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo (2009) que nas análises etológicas dos suínos nas

baías de espera de quatro frigoríficos da região Sul do Brasil, verificou que a ingestão de água nos primeiros momentos de avaliação é maior e nas horas subsequentes e restabelecidos do estresse causado pelo transporte a porcentagem de suínos bebendo água diminuiu, chegando a valores quase nulos, se mantendo linear até o início das atividades nos frigoríficos.

Com relação à categoria monta, não houve a presença de monta dos suínos, nas baías de descanso, nos tratamentos avaliados, isto se deve a castração, prática obrigatória (BRASIL, 1952) necessária para controlar o odor desagradável causado pela presença de androsterona e escatol em machos inteiros, possibilitando assim, maior aceitação do consumidor pela compra de carne suína (FÁVERO, 2001).

Na decomposição dos vídeos, agruparam-se algumas atividades classificadas como outras atividades na Tabela 2B. Essas atividades foram separadas por expressarem um processo exploratório entre os animais, ao contrário da categoria fuçando que neste trabalho, foi relacionada com o ambiente no qual os suínos foram expostos pelos tratamentos propostos. Pois, quando os suínos não possuem objetos ao seu redor para investigar, utilizam-se de outros suínos como substitutos (SPILSBURY, 2003).

Destaca-se ainda que os brincos inseridos na cartilagem auricular dos suínos no momento do desembarque foram utilizados para identificação, o que resultou no aguçamento à curiosidade dos mesmos pelo objeto. Apesar disso, observou-se que no momento de avaliação RC, as medianas não apresentaram diferenças ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos.

Os resultados obtidos diferem dos encontrados por Wedding et al. (1993) que relataram que a aspersão de água causou maior incidência de suínos mastigando as paredes das baías em comparação com os suínos que não foram submetidos a aspersão.

Na avaliação geral, houve progressão diferente ($p \geq 0,05$) entre os momentos RI e RC das atividades comportamentais, com uma tendência dos suínos a disporem-se nas baías na

posição deitado aglomerado e reduzirem o comportamento exploratório no decorrer do etograma. Esse padrão de comportamento também foi verificado por Araújo (2009) que ao realizar o etograma dos suínos nas baias de espera de quatro frigoríficos da região Sul do Brasil, verificou que nos primeiros momentos os suínos exploraram mais o ambiente e nas horas subsequentes movimentaram-se pouco e aumentou a porcentagem de suínos descansando.

Entretanto, como discutido nos RC de cada categoria comportamental, os suínos submetidos à aspersão intermitente mostraram melhor adaptação devido ao menor tempo de exposição à água promovendo melhor recuperação do estresse causado pelo transporte e consequentemente uma adequada evolução do período de descanso nas baias de espera.

É importante dizer que com término do período de descanso, os suínos são conduzidos pelos funcionários até o *restrainer* para serem insensibilizados e posteriormente abatidos. Nesta etapa pré-abate, se os animais estiverem deitados, isto pode dificultar o trabalho dos responsáveis por este procedimento. Assim, o uso da água para aspergir os suínos facilita o manejo e evita uma interação que possa causar danos aos mesmos. Isto deve ser levado em consideração, pois a rotina nas plantas dos frigoríficos exige rapidez e isto pode acarretar problemas no bem-estar dos suínos. Pesquisas têm demonstrado que dependendo da forma como as pessoas responsáveis pelos procedimentos de rotina nos frigoríficos interagem com os animais e realizam essas atividades, isto pode causar situações de medo. Portanto, essas intervenções podem limitar o bem-estar animal e consequentemente a qualidade da carne (HEMSWORTH, 2003; HEMSWORTH; COLEMAN, 1999). Além disso, 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.

No acondicionamento ambiental dos suínos, existe a importância do conceito de “temperatura crítica”, que marca o limite da “zona de termoneutralidade” e que determina os pontos da temperatura ambiental, abaixo ou acima da qual, os animais precisam ganhar ou perder calor para manter sua temperatura corporal constante (SILVA, 1999).

A Tabela 3 mostra as oscilações médias da temperatura das baias de espera do frigorífico, com aplicação dos diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso aos quais os suínos foram submetidos.

TABELA 3. Valores médios e erro padrão da temperatura ambiente nas baias durante a permanência dos suínos nas baias de espera do frigorífico

Período de descanso (horas)	Períodos de avaliação¹	Contínuo²	60 minutos	30 minutos	Média
3	1	21,80 ± 0,54 ^{a*}	21,48 ± 0,43 ^a	21,58 ± 0,55 ^a	21,62 ± 0,28 ^{B**}
6		21,85 ± 0,43 ^b	22,27 ± 0,41 ^a	21,75 ± 0,46 ^b	21,95 ± 0,24 ^A
Média		21,82 ± 0,34	21,87 ± 0,30	21,67 ± 0,35	
3	2	-	19,79 ± 0,19	20,39 ± 0,27	20,09 ± 0,18 ^B
6		-	21,08 ± 0,11 ^b	21,69 ± 0,27 ^a	21,38 ± 0,16 ^A
Média			20,44 ± 0,20 ^b	21,044 ± 0,25 ^a	
3	3	-	20,17 ± 0,31	20,39 ± 0,38	20,28 ± 0,24 ^B
6		-	21,33 ± 0,30	21,06 ± 0,30	21,20 ± 0,21 ^A
Média			20,75 ± 0,25	20,73 ± 0,25	
3	4	20,04 ± 0,20 ^b	20,67 ± 0,38 ^{ab}	21,39 ± 0,34 ^a	20,70 ± 0,21
6		20,97 ± 0,38	20,52 ± 0,25	21,25 ± 0,36	20,91 ± 0,20
Média		20,51 ± 0,24 ^b	20,59 ± 0,22 ^b	21,32 ± 0,24 ^a	

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa pelo t de Student, protegido pela significância do teste F global ($p \leq 0,05$). ** Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo t de Student, protegido pela significância do teste F global ($p \leq 0,05$). ¹ Momentos de avaliação: 1º refere-se à temperatura no período do início do experimento, quando o sistema de aspersão foi ligado; 2º refere-se a temperatura no momento que o sistema de aspersão foi desligado; 3º refere-se à temperatura no momento do início da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi reiniciado; 4º refere-se à temperatura no fim da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi desligado e os suínos foram conduzidos à insensibilização. Para o sistema de aspersão contínua foram utilizados os momentos iniciais do período de avaliação e os momentos finais antes do abate dos suínos. ² Os tempos de aspersão contínuos, não apresentaram os períodos 2 e 3 devido a ausência de intervalos no uso dos aspersores.

A temperatura ambiente na faixa entre 12-18°C, permite que os suínos na fase de terminação, permaneçam na zona de conforto térmico (SILVA, 1999). Na primeira etapa do experimento, a temperatura ambiente das baias de espera as quais os suínos submetidos aos três tempos de aspersão com período de descanso de 3 horas não apresentaram diferenças, mantendo valores na faixa entre 21,48 a 21,80°C. Já a temperatura obtida nas baias com período de descanso de 6 horas, o tratamento com aspersão de 60 minutos apresentou valores médios mais altos (22,27°C), diferindo dos tratamentos com aspersão contínua e 30 minutos, 21,85 e 21,75°C, respectivamente, os quais não diferiram entre si.

Ao avaliar os tratamentos considerando apenas os períodos de descanso (média geral), verificou-se que houve diferença entre as temperaturas das baias, sendo que no menor tempo de descanso, 3 horas, a temperatura das baias atingiram valores médios mais baixos (21,62°C).

Apesar dos intervalos de temperatura não estarem dentro da zona de temperatura crítica superior, estes indicam que o ambiente estava mais quente que o ideal, o que pode levar o início do funcionamento dos mecanismos fisiológicos dos suínos para minimizar a produção de calor extra (FERREIRA, 2005) com a dissipação do mesmo por meio do aumento da perda de calor por evaporação. Este mecanismo realiza-se por meio de mudanças na taxa respiratória e evaporação da água na pele, podendo acelerar as reações químicas devido à alteração na temperatura corporal, que responde em consequência do aumento do metabolismo (FIALHO et al., 1997).

Na segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi desligado, a temperatura ambiente nas baias de espera encontrava-se mais baixa em todos os tratamentos. Os valores médios mais baixos foram os encontrados nas baias que alojaram os suínos submetidos ao tratamento de 3 horas de descanso e 60 minutos de aspersão, porém não diferiu dos valores encontrados no tratamento 3 horas de descanso e 30 minutos de aspersão.

Analisando a temperatura entre o primeiro momento de avaliação e o segundo, observou-se ainda uma queda na temperatura de $1,19^{\circ}\text{C}$ nas baias dos tratamentos com 3h 30 minutos e 6h 60 min. A redução da temperatura verificada nas baias do tratamento 6h 30 min. ($0,06^{\circ}\text{C}$) não apresentou valores expressivos.

Na terceira etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi religado, a temperatura média encontrada nas baias havia aumentado nos tratamentos com aspersão de 60 minutos em ambos os períodos de descanso. Ponderando a segunda etapa do período de avaliação, a temperatura das baias no tratamento com aspersão de 3h e 30 min. não houve oscilação nos valores médios da temperatura na terceira etapa, enquanto que no tratamento 6h e 30min houve uma redução de $0,63^{\circ}\text{C}$ na temperatura ambiente nas baias de espera.

A avaliação dos valores médios, considerando-se apenas o período de descanso apresentaram valores diferentes entre si, sendo que a temperatura das baias que os suínos permaneceram em descanso por 6 horas apresentaram valores médios mais baixos ($20,28^{\circ}\text{C}$).

Na quarta etapa, quando há o término do uso da aspersão, é preciso considerar o início do experimento para avaliar a eficácia do resfriamento do ambiente. Assim, notou-se que na primeira etapa, as temperaturas das baias nos tratamentos 3h contínuo, 3h 60 minutos e 3h 30 minutos não apresentaram diferenças entre si, já na quarta etapa do experimento, o tratamento com aspersão contínua fez com que as baias de espera apresentassem valores médios mais baixos ($20,04$) com decréscimo na temperatura de $1,76^{\circ}\text{C}$, semelhante ao tratamento com aspersão de 60 minutos que obteve temperatura de $20,67^{\circ}\text{C}$, ou seja uma queda de $0,81^{\circ}\text{C}$, mas diferente do tratamento de 30 minutos de aspersão $21,39^{\circ}\text{C}$, que apresentou uma redução de $0,19^{\circ}\text{C}$. No entanto, os tratamentos com aspersão intermitente não diferiram entre si. Ao fazer a mesma consideração para os tratamentos com 6 horas de descanso e os 3 períodos de aspersão propostos, verificou-se que na primeira etapa havia

uma diferença entre os mesmos, sendo que tratamento com aspersão de 60 minutos apresentou os valores mais altos, diferindo dos demais. Porém ao atingir a quarta etapa do experimento as temperaturas das baias não demonstraram diferença nos tratamentos 6h contínuo, 6h 60 min e 6h 30 min, apresentando um decréscimo de 0,88, 1,75 e 0,5°C, respectivamente.

Isto permite afirmar que o efeito do tratamento intermitente de 60 minutos obteve o mesmo efeito do tratamento contínuo para a temperatura nas baias de espera, indicando que consumo de água para esta finalidade poderá ser reduzido.

A temperatura ambiente assim como a umidade do ar são variáveis relacionadas entre si, destacando-se por interferirem na homeostasia dos suínos no período de criação pelo efeito na performance produtiva (STARK, 2000). Essas variáveis também têm relevância para o manejo pré-abate, pois podem elevar o estresse dos suínos, aumentar os índices de mortalidade, causar alterações na qualidade da carne. Na Tabela 4 estão as oscilações médias da umidade relativa do ar das baias de espera do frigorífico, com aplicação dos diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso aos quais os suínos foram submetidos.

Quanto à umidade relativa nas baias de espera nos tratamentos propostos, observou-se que não houve diferença ($p \geq 0,05$), e que foram encontrados valores muito altos, variando entre 88,27 a 100%, o que pode ter impedido a dissipação do calor, que se dá por meio da respiração.

TABELA 4. Valores médios e erro padrão da umidade relativa das baias de espera do frigorífico durante a permanência dos suínos

Período de descanso (horas)	Períodos de avaliação ¹	Contínuo ²	60 minutos	30 minutos	Média
3	1	88,52 ± 2,44	92,24 ± 2,92	90,39 ± 2,26	90,38 ± 1,44
6		88,27 ± 2,31	88,85 ± 2,46	91,72 ± 2,32	89,61 ± 1,34
Média		88,39 ± 1,62	90,55 ± 1,90	91,06 ± 1,57	
3	2	-	100,00 ± 0,00	98,42 ± 0,78	99,21 ± 0,43
6		-	98,34 ± 0,93	97,29 ± 1,66	97,82 ± 0,93
Média		-	99,17 ± 0,50	97,86 ± 0,90	
3	3	-	100,00 ± 0,00	99,68 ± 0,22	99,84 ± 0,11
6		-	99,89 ± 0,07	100,00 ± 0,00	99,94 ± 0,04
Média		-	99,94 ± 0,04	99,84 ± 0,11	
3	4	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	99,61 ± 0,28	99,87 ± 0,10
6		99,88 ± 0,09	99,70 ± 0,16	99,52 ± 0,28	99,70 ± 0,11
Média		99,94 ± 0,04 ^{a*}	99,85 ± 0,09 ^{ab}	99,56 ± 0,19 ^b	

* Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa pelo t de Student, protegido pela significância do teste F global (p≤0,05) ¹ Momentos de avaliação: 1º refere-se à umidade relativa no período do início do experimento, quando o sistema de aspersão foi ligado; 2º refere-se a umidade relativa no momento que o sistema de aspersão foi desligado; 3º refere-se à umidade relativa no momento do início da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi reiniciado; 4º refere-se umidade relativa no fim da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi desligado e os suínos foram conduzidos à insensibilização. Para o sistema de aspersão contínua foram utilizados os momentos iniciais do período de avaliação e os momentos finais antes do abate dos suínos.

² Os tempos de aspersão contínuos, não apresentaram os períodos 2 e 3 devido a ausência de intervalos no uso dos aspersores.

Quando a temperatura ambiente ultrapassa o limite da zona de conforto (12 a 18°C), os suínos reagem por meio da dissipação de calor utilizando os mecanismos sensíveis como condução, convecção, radiação e mecanismos latentes de evaporação. A evaporação que é a troca de calor por meio da mudança do estado da água de líquido para gasoso à medida que aumenta a umidade relativa do ar, a perda de calor por evaporação diminui, sendo que o ideal é que a umidade relativa esteja entre 60 a 80% quando a temperatura se encontra na zona de termoneutralidade (ROBINSON, 2002; NIENABER et al., 1987).

A umidade relativa do ar tem grande relação com o ambiente, manejo e doenças respiratórias, Barcellos et al. (2008) relataram que para permitir um deslocamento adequado

do tapete mucoso sobre os cílios do trato respiratório, uma umidade relativa do ar na faixa de 60-80% é considerada adequada, visto que umidades muito altas prejudicam o trânsito de muco, por torná-lo excessivamente fluido e umidades muito baixas prejudicam por torná-lo muito viscoso. Leal e Nääs (1992) relatam que a umidade relativa acima de 90% é considerada crítica para o bem-estar dos suínos em terminação.

Portanto, dentre as literaturas consultadas, recomenda-se utilizar a aspersão em temperaturas de 10 a 30°C e umidade relativa menor que 80%. Em temperatura abaixo de 5°C não é recomendada, pois acentua a perda de calor promovendo hipotermia nos animais, o que pode levar, a tremores musculares e aumento da incidência de DFD (KNOWLES et al., 1998). Temperaturas e umidades de 15-18°C e 59-65%, respectivamente, são consideradas ideais para limitar o estresse físico (níveis de lactato no sangue) e para diminuir a ocorrência de carnes PSE (HONKAVAARA, 1998). Em temperaturas ambientais próximas ao limite máximo da zona termoneutra 30° C e a alta umidade 85% UR, os suínos apresentam dificuldade em dissipar calor. Como resultado deitam-se rapidamente, mantendo uma distância relativamente grande entre os indivíduos e aumentando a frequência respiratória (SANTOS et al., 1997). Extremos de temperatura ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) e umidade ($\geq 80\%$) podem ser evitados pelo controle da ventilação, da temperatura do ar e a aspersão.

A primeira condição de conforto térmico, é que o balanço térmico seja nulo, ou seja, o calor produzido pelo animal, mais o calor gasto do ambiente seja igual ao calor perdido por meio da radiação, convecção, condução e evaporação de calor (ESMAY, 1982).

Na Tabela 5 encontram-se descritos os valores médios da temperatura superficial da pele nas regiões da paleta, lombo e pernil nos diferentes intervalos de aspersão.

TABELA 5. Valores médios e erro padrão da temperatura superficial da paleta, lombo e pernil dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso nas baias de espera

Período de avaliação ¹	Temperatura superficial	Período de descanso	Contínuo ²	60 minutos	30 minutos	Média
1	Paleta	3	28,46 ± 0,86 ^{a*}	26,51 ± 0,61 ^b	27,85 ± 0,71 ^{ab}	27,61 ± 0,44 ^{A**}
		6	27,56 ± 0,65	26,97 ± 0,77	26,33 ± 0,44	26,95 ± 0,37 ^B
	Lombo	3	28,11 ± 0,81 ^a	25,86 ± 0,56 ^c	27,01 ± 0,49 ^b	26,99 ± 0,40
		6	26,93 ± 0,54	26,54 ± 0,59	25,81 ± 0,44	26,43 ± 0,31
	Pernil	3	29,41 ± 0,64 ^a	27,00 ± 0,65 ^b	28,14 ± 0,67 ^{ab}	28,19 ± 0,42 ^A
		6	27,59 ± 0,53	27,87 ± 0,52	26,97 ± 0,54	27,48 ± 0,30 ^B
2	Paleta	3	-	23,14 ± 0,29 ^b	25,49 ± 0,21 ^a	24,31 ± 0,35 ^B
		6	-	25,46 ± 0,48 ^b	27,08 ± 0,34 ^a	26,27 ± 0,35 ^A
	Lombo	3	-	22,13 ± 0,25 ^b	24,78 ± 0,34 ^a	23,45 ± 0,40 ^B
		6	-	25,17 ± 0,55 ^b	26,75 ± 0,49 ^a	25,96 ± 0,41 ^A
	Pernil	3	-	23,01 ± 0,37 ^b	25,58 ± 0,29 ^a	24,30 ± 0,40 ^B
		6	-	25,86 ± 0,44 ^b	27,73 ± 0,37 ^a	26,79 ± 0,37 ^A
3	Paleta	3	-	26,82 ± 0,40	27,18 ± 0,55	27,00 ± 0,33 ^B
		6	-	28,56 ± 0,74	29,48 ± 0,39	29,02 ± 0,42 ^A
	Lombo	3	-	25,77 ± 0,38	26,65 ± 0,59	26,21 ± 0,36 ^B
		6	-	27,76 ± 0,80	29,18 ± 0,48	28,47 ± 0,49 ^A
	Pernil	3	-	26,33 ± 0,36 ^b	27,74 ± 0,58 ^a	27,03 ± 0,38 ^B
		6	-	28,76 ± 0,58 ^a	29,27 ± 0,34 ^a	29,02 ± 0,33 ^A
4	Paleta	3	22,63 ± 0,42 ^b	25,62 ± 0,43 ^a	26,73 ± 0,36 ^a	24,99 ± 0,42 ^B
		6	25,00 ± 0,65 ^b	26,21 ± 0,45 ^{ab}	26,85 ± 0,39 ^a	26,02 ± 0,32 ^A
	Lombo	3	21,98 ± 0,33 ^c	24,82 ± 0,45 ^b	26,57 ± 0,47 ^a	24,45 ± 0,46 ^B
		6	24,23 ± 0,67 ^b	25,69 ± 0,46 ^{ab}	26,51 ± 0,31 ^a	25,48 ± 0,34 ^A
	Pernil	3	22,61 ± 0,41 ^c	26,17 ± 0,47 ^b	27,74 ± 0,58 ^a	25,51 ± 0,52 ^B
		6	24,53 ± 0,57 ^b	27,22 ± 0,66 ^a	27,68 ± 0,33 ^a	26,48 ± 0,42 ^A

* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística significativa pelo t de Student, protegido pela significância do teste F global ($p \leq 0,05$). ** Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística significativa pelo t de Student, protegido pela significância do teste F global ($p \leq 0,05$). ¹ Momentos de avaliação: 1º refere-se à temperatura superficial dos suínos no período do início do experimento, quando o sistema de aspersão foi ligado; 2º refere-se a temperatura superficial dos suínos no momento que o sistema de aspersão foi desligado; 3º refere-se à temperatura superficial dos suínos no momento do início da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi reiniciado; 4º refere-se à temperatura superficial dos suínos no fim da segunda etapa do experimento, quando o sistema de aspersão foi desligado e os suínos foram conduzidos à insensibilização. Para o sistema de aspersão contínua foram utilizados os momentos iniciais do período de avaliação e os momentos finais antes do abate dos suínos.

No início do experimento, os valores médios da temperatura superficial da paleta, apresentaram diferença ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos que os suínos tiveram três horas como período de descanso. Entretanto, os suínos submetidos ao período de descanso de 3 horas e aspersão contínua obtiveram o maior valor médio ($28,46 \pm 0,86$), os quais não diferiram da temperatura das paletas encontradas nos suínos submetidos ao tratamento de 30 minutos de aspersão ($27,85 \pm 0,71$), mas diferiram da temperatura dos suínos nas baías que foram submetidos ao tratamento com 60 minutos de aspersão ($26,46 \pm 0,59$). O mesmo padrão de classificação foi observado na temperatura superficial do pernil, contudo, na região lombar as temperaturas diferiram entre os três períodos de aspersão.

Ainda no primeiro período de avaliação, os suínos que permaneceram nas baías de espera do frigorífico por 6 horas não apresentaram diferenças ($p \geq 0,05$) na temperatura superficial da paleta em nenhum dos tempos de aspersão propostos, contínuo, 60 e 30 minutos, sendo que o mesmo ocorreu para as demais partes do corpo avaliadas, lombo e pernil.

No segundo momento de avaliação, em todos os tratamentos obteve-se uma acentuada redução da temperatura superficial das três partes corpóreas mensuradas nos suínos, exceto no tratamento com período de descanso de 6h e aspersão de 30 minutos. Nesse tratamento, houve aumento da temperatura superficial dos suínos devido à oscilação térmica da temperatura das baías entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, pois apresentaram diminuição de apenas $0,06^{\circ}\text{C}$ que foi ineficiente no processo de resfriamento. Aliado ao isso, os suínos encontram problemas na dissipação de calor devido ao seu elevado metabolismo, ao tecido adiposo subcutâneo e ao seu sistema termorregulador pouco desenvolvido (LEE; PHILLIPS, 1948 apud SOUSA, 2002).

Quando se reiniciou o sistema de aspersão, no terceiro período de avaliação, houve um aumento na temperatura superficial na paleta, lombo e pernil dos suínos em todos os

tratamentos, no entanto, os valores médios encontrados nesta etapa de avaliação diferiam entre si ($p \leq 0,05$).

O aumento verificado pode ser justificado pelo período anterior no qual houve ausência de aspersão e indica possivelmente que o efeito do período de aspersão tende a voltar para a temperatura encontrada no início do experimento. No entanto, é preciso considerar que o gradiente térmico para perda de calor pode ser alterado por mudanças no fluxo sanguíneo da pele e na quantidade de isolamento que separa o animal do meio ambiente (ROBINSON, 2002).

As respostas ao estresse causado pelo calor são vasodilatação periférica e aumento do resfriamento por evaporação. Os suínos, praticamente sem pelos, apresentam uma zona de neutralidade térmica mais elevada do que animais que apresentam uma pelagem mais grossa. Nesta zona a temperatura corporal pode ser regulada por mecanismos vasomotores que aumentam ou diminuem o fluxo sanguíneo na pele e, desse modo modificam a quantidade de calor perdido por convecção e irradiação. Quando exposto a estresse calórico, a resposta inicial é a vasodilatação que promove o aumento do fluxo sanguíneo na pele e nos membros, resultando na elevação da temperatura na pele e a projeção da temperatura central em direção aos membros aumenta o gradiente térmico entre a pele e o ambiente. Isto resulta em uma maior perda de calor por irradiação e convecção (ROBINSON, 2002).

Na etapa final do experimento, no período de descanso de 3 horas, todos os tratamentos diferiram entre si ($p \leq 0,05$), sendo que para a temperatura da paleta, os suínos no tratamento com aspersão contínua apresentaram os menores valores de temperatura ($22,63 \pm 0,42$), diferindo dos demais, mas estes não diferiram entre si. No lombo, as temperaturas também foram distintas entre si, sendo que os tratamentos intermitentes não diferiram entre si, mas diferiram do tratamento contínuo que obteve o valor médio de temperatura mais

baixo ($21,98 \pm 0,33$), além disso, a temperatura superficial na região do pernil apresentou o mesmo padrão de classificação que a encontrada no lombo.

Nos tratamentos com período de descanso de 6 horas, verificou-se que na temperatura superficial da paleta e do lombo, o tratamento com aspersão de 60 minutos não diferiu dos demais ($p \geq 0,05$), mas estes diferiram entre si. Já no pernil, os valores médios dos tratamentos intermitentes não diferiram entre si, mas diferiram do tratamento com aspersão contínua, no qual se verificou a temperatura mais baixa ($24,53 \pm 0,57$).

Na quarta etapa de avaliação, as médias gerais apresentaram diferença entre si ($p \leq 0,05$), sendo que os valores médios da temperatura superficial nos tratamentos com período de descanso de 3 horas apresentaram valores médios mais baixos na paleta ($24,99 \pm 0,42$), lombo ($24,45 \pm 0,46$) e pernil ($26,48 \pm 0,42$) dos suínos comparados ao suínos submetidos ao período de descanso de 6 horas.

Esses resultados divergem de Chevillon (1998) que constatou uma redução da temperatura da superfície corporal em até 10%. No entanto, há muita variação quando se avalia a temperatura superficial nas regiões periféricas como nos membros em relação à temperatura corporal central. Além disso, a temperatura nas regiões periféricas pode chegar a valores 10°C mais baixos quando comparado à temperatura corporal central (ANDERSON, 1988). Long e Tarrant (1990) também demonstraram que a aspersão com um fluxo médio de 27l/min/m^2 uma vez por hora produz uma queda de mais de 3°C na temperatura do lombo.

Knowless et al. (1998) avaliaram o efeito da aspersão com água nas baias de espera no frigorífico e constataram diferença significativa na redução da temperatura superficial da pele dos suínos (região do flanco) e na temperatura média do sangue coletado durante a sangria. Santos et al. (1997) submeteram os suínos durante o descanso as seguintes temperaturas e umidade $12^{\circ}\text{C}/90\%$, $20^{\circ}\text{C}/80\%$, $20^{\circ}\text{C}/90\%$, $35^{\circ}\text{C}/50\%$ e $35^{\circ}\text{C}/85\%$ e

constatarem somente diferença significativa nos valores da temperatura da carcaça, quando os suínos foram expostos à temperatura do ambiente acima de 35°C. Contudo Yan et al. (2000) ao verificar as variações da temperatura retal de suínos somente constatarem diferença quando os suínos foram expostos a temperaturas ambientais acima de 30°C. Durante a exposição dos mesmos em temperaturas de 18, 24 e 28°C no ambiente também não constatarem aumento significativo da temperatura dos suínos.

De forma geral, quando se agrupa as informações do etograma e as condições climáticas pode se dizer que a aspersão intermitente com o período de descanso menor, proporcionou um adequado repouso período de descanso e a água aspergida sobre a pele dos suínos possibilitou melhor adaptação, comparado à aspersão contínua para as condições climáticas em Santa Catarina. Warriss et al. (1994) recomendou o uso de 30 minutos na chegada e 30 minutos na saída dos suínos nas baias de espera. Enquanto CHEVILLON (2001) constatou que uma aplicação menor (10 a 20 minutos), foi suficiente para diminuir a temperatura corporal de 3 a 4°C.

A água utilizada para a aspersão nos suínos é tratada e torna-se um ponto limitante para a disponibilidade hídrica no mundo. Portanto, o uso de aspersão intermitente pode proporcionar benefícios para o bem-estar e ao mesmo tempo promover práticas de consumo sustentáveis no sistema de produção.

CONCLUSÃO

O uso de aspersão ao início e no final do período de descanso de 3 horas proporcionou um adequado repouso aos suínos e possibilitou melhor adaptação ambiental comparado à aspersão contínua para as condições climáticas em Santa Catarina.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Projeto foi aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal (CEUA 115/2010) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, B. E. Regulação da temperatura e fisiologia ambiental. In: SWENSON, M. J. **Dukes fisiologia do animal doméstico**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. p. 722-735.
- ARAÚJO, A. P. **Manejo pré-abate e bem-estar dos suínos em frigoríficos brasileiros**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal, Saúde Pública e Segurança alimentar), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- BARCELLOS, D. E. S. N et al. Relação entre ambiente, manejo e doenças respiratórias em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 36, p. 87- 93, 2008.
- BOISSY, A. Fear and fearfulness in animals. **The Quarterly Review of Biology**, Baltimore, v. 70, n. 2, p. 165-191, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 do Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF; 1952. 154 p.
- CHEVILLON, P. Effects of on-farm pig preparation before loading, loading system design and transport conditions on mortality during transportation and pig welfare. EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION ANNUAL MEETING. **Proceedings...**, Warsaw, 49. Warsaw, 1998.
- CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. p.152- 169.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Textbook Edition. Westport: Avi, 1982. 325p.
- FÁVERO, J. A. Abate de suínos machos inteiros – visão brasileira. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. p. 212 – 220.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- FIALHO, F. B. et al. Simulation model of heat balance in swine. *Livestock environment 5*, , **Proceedings Of the Fifth International Symposium**, Bloomington, Minnesota, 1997, v. 2, p. 1040-1046.
- FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3.ed. Local: Ballière Tindall Reino Unido, 1990. 437 p.
- GEVERINK, N.A. et al. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. **Applied Animal Behavior**, Amsterdam, v. 50, p. 1–13, 1996.

- GISPERT, M. et al. A survey on pré-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Kinlington, v. 55, p. 97-106, 2000.
- GLOSLING, S.D.; JOHN, O.P. Personality dimensions in nonhuman animal: a cross-species review. **Current Directions in Psychological Science**, Rochester, v. 8, p. 69-75, 1999.
- GRANDIN, T. A. 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.
- GUISE, H. J.; PENNY, R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 1. The effects of stocking density in transit and the use of electric goads. **Animal Production**, v. 49, p. 511-515, 1989a.
- GUISE, H. J.; PENNY, R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 2. Mixing unfamiliar pigs. **Animal Production**, v. 49, p. 517-521, 1989b.
- 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, 1999. chap. 3, p. 39-61.
- HEMSWORTH, P. H. Human-Livestock Interactions in livestock production. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 81, p. 185-198, 2003.
- HONKAVAARA, M. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. **Journal. Agriculture Science Finland**, v. 61, p. 433-440, 1998.
- KNOWLES, T. G. et al. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. **Veterinary Record**, London, v. 143, p. 575-578, 1998.
- LEAL, P. M.; NÄÄS I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas: Unicamp, 1992. p.121-135.
- LEE, D.H.K.; PHILLIS, R.W. Assesment of the adaptability of livestock to climatic stress. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.7, n.4, p.391-425, 1948.
- LONG, V.P., TARRANT, P.V. The effect of pre-slaughter showering and post-slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides. **Meat Science**. v. 27, p. 181-195, 1990.
- MARGIS, R. et al. Relação entre estressores e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 65-74, 2003.
- MOSS, B. W. The effects of mixing, transport and lairage on carcass characteristics in commercial bacon weight pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, p. 308-315, 1980.
- NÄÄS, I. A. **Princípios do Conforto Térmico na Produção Animal**. São Paulo: Editora Icone, 1989. 183p.
- NANNI COSTA, L. et al. 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.
- NIENABER, J. A.; HANN, L. G; YEN, J. T. Thermal environment effects on growing finishing swine, Part I- Growth feed intake and heat production. **Transaction of the ASAE**, v. 30, n. 6, p. 1772-1775, 1987.
- OWEN, B. L. et al. Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, p. 221-229, 2000.

- RABASTE, C. et al. The effects of handling and group size on the welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v. 87, p. 3–12, 2007.
- ROBINSON, N. E. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 579p.
- SANTOS, C. et al. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. **Meat Science**, Kindlington, v. 45, n. 2, p. 253-262, 1997.
- SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**: release 8.2. Cary, 2008. 1 (cd-rom).
- SCHOUTEN, W.G. P.; WIEPKEMA, P.R. Coping styles of tethered sows. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 25, p. 125-132, 1991.
- SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999.
- SMULDERS, F. J. M. et al. Pre-stunning treatment during lairage and pork quality. In: CEC SEMINAR STUNNING OS ANIMALS FOR SLAUGHTER. Zeist. **Proceedings...** Zeist, The Netherlands, October 13 to 15. The Hague, Martinus Nijhoff, p. 90-95, 1982.
- SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 117p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- SPILSBURY, M. L. A. Etologia aplicada em los porcinos. In. MALDONADO, F A. G., TRUJILLO, A. O. **Etología aplicada**, 2003, chap. 8, p. 181 - 218, 2003.
- STARK, K. Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory diseases in swine- a literature review. **The Veterinary Journal**. v. 159, p. 37-56, 2000.
- SWANSON, H. H. Interaction of experience with adrenal and sex hormones on the behavior of hamsters in the open field test. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 148-154, 1969.
- WARRISS, P. D. **Meat science**: and introductory text. Oxon: CABI, 2000. 312 p.
- WARRISS, P. D. et al. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 137-144, 1998a.
- WARRISS, P. D. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 66, p. 255-261, 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**, Amsterdam, 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 pig: the use of water sprays in lairage. **Animal Production**, Edinburg, v. 56, p. 393-397, 1993.
- YAN, P. S.; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 71, n. 10, p. 5005-509. 2000.
- ZAR, J.H. Biostatistical analysis, 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 994p.

CAPÍTULO III

Artigo 2. Níveis de estresse e qualidade de carne de suínos submetidos a três períodos de aspersão e dois tempos de descanso

(Versão em português e versão em inglês)

Artigo na versão em inglês submetido na Revista Brasileira de Zootecnia

Artigo 2 - Versão em Português

Níveis de estresse e qualidade de carne de suínos submetidos a três períodos de aspersão e dois tempos de descanso

Aurélia Pereira de Araújo¹, Osmar Antonio Dalla Costa², Roberto de Oliveira Roça³,
Charli Beatriz Ludtke⁴, Luigi Faucitano⁵, Nicolas Devillers⁵, Antonio Lourenço
Guidoni²

RESUMO Avaliou-se o efeito do período de aspersão e tempo de descanso de suínos nas baias do frigorífico pelas análises dos níveis sanguíneos de estresse e das características de qualidade da carne. Foram utilizados 336 suínos castrados (peso médio 110 kg) submetidos a três períodos de aspersão (contínuo, 60 e 30 minutos) e dois tempos de descanso nas baias (3 e 6 horas), durante sete dias consecutivos. No frigorífico, os suínos foram distribuídos aleatoriamente em seis baias (1 baia/tratamento), onde se obteve informações da temperatura e umidade nas baias por meio de termohigrômetros. Foram realizadas as análises de lesões de pele e carcaça, características físico-químicas da qualidade da carne (pH, cor, perda por exsudação, perda por cocção, força de cisalhamento) e parâmetros fisiológicos de estresse (cortisol, lactato e CPK). O delineamento experimental foi aplicado em blocos casualizados, sendo a unidade experimental a baia no frigorífico, utilizando-se o procedimento GLM do software estatístico SAS (2008). Os valores médios obtidos para lesões de pele, características de qualidade da carne e parâmetros fisiológicos de estresse não demonstraram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos. Conclui-se que o tempo de descanso e o período de aspersão não influenciaram na qualidade da carne dos suínos e nos parâmetros fisiológicos para o estresse.

Palavra chave: aspersão de água, indicadores de estresse, parâmetros qualitativos

1. Doutoranda em Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia - Fazenda Experimental Lageado, CP 237, CEP 18603-970, Botucatu – SP e-mail: aurelia@fmvz.unesp.br Autor para correspondência. 2. Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia - SC. 3 Prof. Adj. Departamento Gestão e Tecnologia Agroindustrial FCA, UNESP, Campus de Botucatu. Pesquisador do CNPq. 4. Sociedade Mundial de Proteção Animal. 5. Pesquisadores Agri-Food – Canadá

INTRODUÇÃO

A utilização de técnicas indevidas no período pré-abate, como manejo e condições ambientais estressantes e inadequados períodos de descanso podem causar problemas no bem-estar e resultar em carnes com características anômalas, conhecidas como carnes PSE (*Pale, Soft and Exudative* - pálida, flácida e exsudativa) e DFD (*Dark, Firm and Dry* - escura, firme e seca).

Quando os suínos estão expostos a situações ambientais desfavoráveis têm dificuldade de manter o equilíbrio térmico corporal, devido à ausência de glândulas sudoríparas funcionais (SOUSA, 2002). Assim, uma prática para minimizar o estresse térmico proporcionado no momento que antecede o abate é a utilização da aspersão de água nos suínos nas baias de espera. Esta técnica possibilita que os suínos se refresquem, o que reduz o esforço cardiovascular. A aspersão ainda promove a redução do comportamento agressivo, pois os suínos ficam mais calmos e diminui o odor dos animais, pois auxilia na limpeza causada pelas sujidades, o que resulta na melhora da eficiência da insensibilização (WEDDING et al., 1993).

Por outro lado, as preocupações da sociedade com problemas ligados ao uso racional de água nos sistemas de produção resultaram em debates e inovações nas últimas décadas. Assim, o combate ao desperdício de água por meio de estratégias aplicadas nos sistemas de produção podem reduzir os problemas ambientais. Além disso, no Brasil, cada frigorífico adota seu próprio sistema de aspersão e a falta de recomendações e conhecimento científico do melhor tempo e aplicações, adequado as nossas condições ambientais limitam esta técnica.

Portanto, o objetivo foi quantificar os níveis de estresse sanguíneos e avaliar os parâmetros qualitativos da carne dos suínos submetidos a três períodos de e aspersão com dois tempos de descanso com a finalidade de verificar a influência no bem-estar animal e na qualidade do produto final.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março de 2010, na região Oeste de Santa Catarina, na cidade de Chapecó, com coordenadas 27° 5' 48" S, 52° 37' 7" W e altitude de 670m. O clima é subtropical úmido do tipo fundamental Cfa, conforme classificação climática de Köppen, com temperatura média entre 15°C e 25°C.

Foram utilizados 336 suínos híbridos castrados (matrizes F1 Aurora= Landrace x Large White acasaladas com machos Agrocères®), pesando em média 110 kg, procedentes sete de granjas obtidos da Cooperativa Oeste Catarinense, os quais foram abatidos no frigorífico localizado em Chapecó –SC. A distância de transporte entre as granjas e o frigorífico variou de 110 a 130 km. Todos os suínos foram identificados com brincos e as etapas de manejo pré-abate foram padronizadas.

Os suínos foram submetidos a dois tempos de descanso (3 e 6 horas) e três períodos de aspersão (contínuo, 60 e 30 minutos), sendo que os regimes de aspersão obedeceram ao seguinte esquema de aplicação: 60min. (30min. de aplicação na chegada da baia e 30min. na saída), 30 min. (15min. de aplicação na chegada da baia e 15min. na saída) para ambos os períodos de descanso. Os tratamentos com aspersão contínua, a água foi aplicada durante todo período de permanência nas baias de espera, ou seja, 180 e 360 minutos, respectivamente.

Para cada tratamento foram realizadas sete repetições ao longo da avaliação. O dia de avaliação foi considerado como bloco, sendo que em cada dia foram avaliados 48 suínos. Na chegada ao frigorífico, os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis baias (1 baia/tratamento). Em cada regime de aspersão, os suínos foram mantidos em baias de espera, com densidade de 0,60 m²/100kg, sendo que a água aspergida nos suínos nas baias de espera obedeceu a vazão média de 29,58 ml de água por segundo.

Para analisar as condições climáticas, foram inseridos nas baias de espera termohigrômetros digitais, modelo iButton[®] DS1923 (Hygrochron Temperature/Humidity Logger iButton[®]), para fornecer as variações médias da temperatura (°C) e umidade relativa (UR%) do ambiente durante a permanência dos suínos nas baias de espera do frigorífico.

Após a aplicação da aspersão e os devidos períodos de descanso propostos para cada tratamento, os suínos foram conduzidos ao *restrainer* e insensibilizados. Utilizou-se o insensibilizador elétrico de três pontos, com aplicação automática dos eletrodos na região temporal (700V e amperagem acima de 1,25 Amps) e na cardíaca (Valhalla, Stork RMS b.v., Lichtenvoorde, Holanda).

Na sequência, os suínos foram sangrados na mesa de sangria na posição horizontal. No início da sangria, foram colhidas amostras de sangue para posterior análise bioquímica dos indicadores de estresse (cortisol, lactato e creatinoquinase). As demais etapas da linha de abate foram cumpridas de acordo com a Portaria 711 de 01 de novembro de 1995 (BRASIL, 1995). Para o resfriamento das carcaças utilizou-se choque térmico no túnel de resfriamento a -30°C e para posterior envio das carcaças em câmaras de resfriamento à 4°C por 24 horas.

No plano lateral esquerdo dos suínos, nas regiões da paleta, lombo e pernil, classificaram-se as lesões na pele e na carcaça dos suínos de acordo com Meat Livestock Commission (1985). As lesões na pele foram avaliadas na chegada dos animais às instalações do frigorífico e na saída da área de descanso, quando os suínos eram conduzidos à insensibilização, enquanto que as lesões na carcaça foram realizadas após 24 horas de resfriamento em câmara.

Nas carcaças ainda foram analisadas a origem das lesões, classificando-as em manejo, densidade e briga, de acordo com o padrão de escore de lesões descrito pelo Institut Technique Du Porc (1996).

Nas avaliações físico-químicas da qualidade de carne suína, pH, cor, perda de água por exsudação, foram utilizados os músculos *Longissimus dorsi* (LD) e *Semimembranosus* (SM).

As medidas do pH_l (45min) e pH_u (24h *post-mortem*) utilizou-se o pHmêtro portátil HANNA HI-99163 com sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura (Tec 530) e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade.

Para avaliação da cor (24h *post-mortem*) foram utilizados dois métodos: o objetivo realizado em triplicata, pelo sistema CIELAB (L* Luminosidade, a* variação entre a coloração vermelha a verde e b* variação entre a coloração amarelo a azul), utilizando o colorímetro Minolta (DL65, ângulo de visão de 0°, com iluminação difusa e componente especular, modelo CR 400, Minolta - Câmera Co., Ltd Osaka, Japan) e o subjetivo realizado de acordo com o padrão de fotos “Pork Quality Standards” (PQS) (NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL, 1999).

Foram colhidas, 24 horas *post-mortem*, amostras em duplicata dos músculos *Semimembranosus* (SM) e *Longissimus dorsi* (LD) para a avaliação da perda de água por exsudação. As amostras de 10 gramas de ambos os músculos foram pesadas em balança semi-analítica e a análise determinada pelo método EZ-Drip Loss descrito por CORREA et al. (2007). O cálculo para a perda de água por exsudação foi realizado segundo Honikel (1987).

Para determinar a perda de água por cozimento, amostras em quadruplicata dos do músculos LD foram pesadas (aproximadamente 150 gramas), embaladas em sacos plásticos termorresistentes (nylonpolyetileno) e cozidas em banho-maria mantido a 80°C por uma hora. As amostras foram colocadas em papel absorvente para remover a umidade superficial e eram pesadas quando atingiam a temperatura entre 20 a 25°C. O cálculo da perda de peso foi determinado segundo Honikel (1998).

Após a determinação da perda de água por cozimento, as amostras foram resfriadas a 0°C por 12 horas e utilizadas para determinação da força de cisalhamento. Cada amostra foi cortada em cinco paralelepípedos com dimensões de 1 x 1 x 2 cm e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho *Warner-Bratzler* acoplado ao texturômetro TA.XT plus. (*Stable Micro Systems*) (AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 1995).b

Para avaliação dos indicadores de estresse foram feitas colheitas de amostras de sangue, em tubos cônicos com adição de 2500 UI de anticoagulante fluoreto, posteriormente foram centrifugadas e congeladas a -30°C para posterior análise bioquímica dos indicadores de estresse. Na análise de cortisol utilizou-se o método de radio-imunoensaio (Coat-A-Count Cortisol Kit, Diagnostic Products Corporation – DPC, Los Angeles, USA) e a dosagem realizada em contador gama (Gama Count Cobra II- PackardTM). Para a avaliação da lactato (Lactat PAP enzym. Farbtest, Rolf Greiner Biochemica, Flacht, Germany) e creatinaquinase (CK-NAK FS, Diasys - Diagnostic Systems Internacional, Holzheim, Germany) foram utilizados comprimento de onda (546 nm e 340 nm, respectivamente), para avaliação em espectrofotômetro (RA_XTTM, Technicon).

Para garantir a validade da análise de variância (teorema do limite central) para comparar os seis tratamentos experimentais, para qualquer variável considerou-se a média correspondente das observações em cada baia, dentro de cada uma das granjas envolvidas. Cada (dia de avaliação) granja foi considerada com o bloco, sendo escolhidas de forma aleatória.

O modelo adotado foi: $y_{ik} = \mu + g_i + d_k + \varepsilon_{ik}$, onde $i=1, 2, \dots, 7$ granjas; $k= 1, 2, 3$ tempo de aspersão, y_{ik} é o valor da resposta na baia correspondente da granja i , tempo de aspersão k ; μ é o efeito da média geral da resposta no experimento; g_i é o efeito de granja no experimento; d_k é o efeito do tempo de aspersão k ; ε_{ik} é o erro aleatório não observável,

correspondente ao erro experimental, suposto seguir a distribuição normal de média zero e variância constante. Na análise de variância esse quadrado médio (variância residual) corresponde ao denominador do teste F para testar o efeito do tempo de aspersão.

Para comparar os níveis do tempo de aspersão foi usado o teste T protegido pela significância do teste F. Isto é, compararam-se as médias pelo teste T ao nível de 5%, somente quando o teste F foi significativo a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que não houve diferença ($p \geq 0,05$) nos valores médios das lesões de pele na paleta, lombo e pernil nas etapas que precederam o abate (Tabela 1). Observou-se que a incidência de lesões nas carcaças também não mostrou diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos quanto ao número de lesões de pele e a origem das mesmas (manejo, briga e densidade) (Tabela 2). Isto indica que os suínos expostos aos diferentes períodos de aspersão e tempos de descanso, foram submetidos às mesmas condições de manejo pré-abate, permitindo afirmar que houve uniformidade das amostras. Entretanto, verificou-se aumento no número de lesões de pele, após o período de descanso, com valores próximos a 100% em relação às lesões observadas no momento que da chegada dos suínos nas baias de espera. Portanto, o uso de aspersão não conseguiu acalmar os suínos, e diminuir a incidência de lesões, pois os valores médios não mostraram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Weeding et al (1993) que constataram não haver diferença para a incidência de lesões ao avaliar o uso de aspersores e a ausência de aspersão em suínos nas baias de espera. Entretanto, Jones (1999) relatou que a aspersão acalma os suínos e reduz o comportamento agressivo na área de espera facilitando a condução para a área de insensibilização.

Observou-se que há uma incidência considerável de lesões nas carcaças suínas, porém encontram-se dentro de padrões semelhantes a Warriss et al. (1998a), que avaliaram suínos abatidos em cinco países na Europa e constataram que 63% dos suínos possuíam escoriações e, dessas, 10% apresentaram escores inaceitáveis (3 e 4) e Gispert et al. (2000), na Espanha, com variação média no escore de lesões de pele de 1,8 a 2,5. Enquanto que, Dalla Costa (2005) verificou que a frequência de lesões na pele por suíno no desembarque do frigorífico foi 3,90, e na baía de descanso 4,93.

Tabela 1. Valores médios e erro padrão da classificação das lesões de pele do plano lateral esquerdo, ocasionadas no período pré-abate dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão

Etapas pré- abate	Lesões	Período de descanso	Contínuo	60 minutos	30 minutos	Média
Desembarque¹	Paleta	3	1,70 ± 0,52	0,94 ± 0,15	1,06 ± 0,19	1,23 ± 0,20
		6	1,11 ± 0,25	1,17 ± 0,12	0,95 ± 0,11	1,08 ± 0,10
	Lombo	3	1,09 ± 0,40	0,67 ± 0,19	0,75 ± 0,11	0,84 ± 0,15
		6	0,94 ± 0,22	0,81 ± 0,14	0,92 ± 0,30	0,89 ± 0,13
	Pernil	3	0,91 ± 0,30	0,47 ± 0,11	0,39 ± 0,08	0,59 ± 0,11
		6	0,75 ± 0,18	0,45 ± 0,12	0,44 ± 0,16	0,55 ± 0,09
Período de descanso²	Paleta	3	3,22 ± 0,53	2,45 ± 0,28	2,28 ± 0,25	2,66 ± 0,44
		6	2,84 ± 0,41	2,44 ± 0,31	2,31 ± 0,53	2,52 ± 0,28
	Lombo	3	2,06 ± 0,38	1,81 ± 0,24	1,59 ± 0,17	1,82 ± 0,16
		6	2,13 ± 0,36	1,69 ± 0,18	2,08 ± 0,35	1,96 ± 0,18
	Pernil	3	1,59 ± 0,29	1,30 ± 0,28	1,06 ± 0,11	1,32 ± 0,14
		6	1,58 ± 0,16	1,28 ± 0,14	1,44 ± 0,14	1,43 ± 0,08

¹ Lesões que ocorreram até o momento da chegada dos animais nas baias de espera.

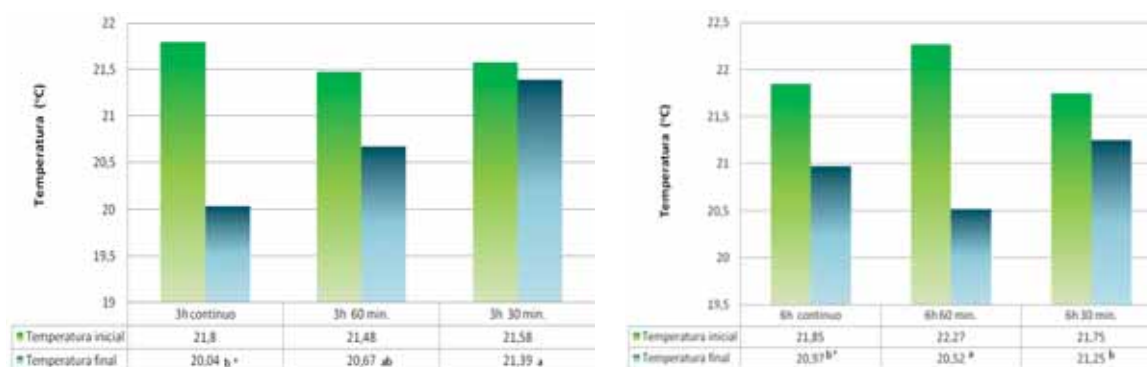
² Lesões que ocorreram após o período de descanso, quando os suínos foram conduzidos para insensibilização.

Tabela 2. Valores médios e erro padrão de lesões nas meias carcaças esquerda, de acordo com as classificações por origem e incidência das lesões, nos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e aspersão

Classificação	Região das lesões	Período de descanso	Contínuo	60 minutos	30 minutos	Média
Manejo	Paleta	3	1,71 ± 0,26	1,45 ± 0,14	1,82 ± 0,19	1,66 ± 0,12
		6	1,93 ± 0,20	1,48 ± 0,26	1,66 ± 0,29	1,69 ± 0,14
	Lombo	3	5,23 ± 0,61	5,09 ± 0,56	4,93 ± 0,60	5,09 ± 0,33
		6	5,41 ± 0,30	5,64 ± 0,99	5,71 ± 0,86	5,59 ± 0,43
	Pernil	3	2,29 ± 0,26	2,14 ± 0,23	2,09 ± 0,26	2,17 ± 0,14
		6	2,86 ± 0,44	1,98 ± 0,30	2,25 ± 0,24	2,36 ± 0,20
	Paleta	3	1,48 ± 0,29	1,76 ± 0,36	1,73 ± 0,30	1,66 ± 0,18
		6	2,43 ± 0,93	1,95 ± 0,70	3,04 ± 0,54	2,47 ± 0,42
	Lombo	3	2,16 ± 0,44	1,72 ± 0,32	2,21 ± 0,39	2,03 ± 0,22
		6	2,04 ± 0,32	1,98 ± 0,62	2,55 ± 0,89	2,19 ± 0,36
Briga	Pernil	3	0,93 ± 0,23	0,64 ± 0,06	0,79 ± 0,10	0,78 ± 0,09
		6	0,77 ± 0,24	1,00 ± 0,21	0,75 ± 0,17	0,84 ± 0,12
	Paleta	3	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01
		6	0,02 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01
	Lombo	3	1,05 ± 0,16	0,89 ± 0,18	1,16 ± 0,15	1,03 ± 0,09
		6	1,02 ± 0,16	1,00 ± 0,17	1,11 ± 0,24	1,04 ± 0,11
	Pernil	3	1,00 ± 0,13 ^{ab1}	0,76 ± 0,06 ^b	1,18 ± 0,08 ^a	0,98 ± 0,07
		6	0,96 ± 0,09	1,07 ± 0,14	1,14 ± 0,11	1,06 ± 0,07
Densidade	Paleta	3	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01
		6	0,02 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01
	Lombo	3	1,05 ± 0,16	0,89 ± 0,18	1,16 ± 0,15	1,03 ± 0,09
		6	1,02 ± 0,16	1,00 ± 0,17	1,11 ± 0,24	1,04 ± 0,11
	Pernil	3	1,00 ± 0,13 ^{ab1}	0,76 ± 0,06 ^b	1,18 ± 0,08 ^a	0,98 ± 0,07
		6	0,96 ± 0,09	1,07 ± 0,14	1,14 ± 0,11	1,06 ± 0,07

¹ Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global.

Na análise da temperatura nas baias de espera (Figura 1), observou-se que apesar de haver variação, os valores obtidos no ambiente demonstraram-se dentro da faixa de termoneutralidade entre 12 a 18°C (SOUSA, 2002, LUDTKE, et al., 2010, SILVA, 1999), sendo que nas temperaturas iniciais nas baias não encontrou-se diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos com período de descanso de 3 horas, apenas houve diferença ($p \leq 0,05$) nas temperaturas obtidas nas baias no período de descanso de 6 horas, sendo que o tratamento 6h 60 minutos apresentou valores médios mais altos (22,27°C), diferindo dos tratamentos com aspersão contínua e 30 minutos, 21,85 e 21,75°C, respectivamente, os quais não diferiram entre si. Quando houve o término do uso de aspersão, destaca-se que o tratamento com aspersão por 60min apresentou, para ambos os tempos de descanso, uma redução com a mesma eficiência que o tempo contínuo, estando de acordo com Warriss et al. (1994) que também recomendou o uso de aspersão por 60 minutos (30 minutos na chegada e 30 minutos na saída dos suínos das baias de descanso).



* Letras diferentes na mesma linha indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global.

Figura 1. Variação média da temperatura (°C) nas baias nos diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.

Em conjunto com a temperatura obteve-se o monitoramento da umidade relativa (UR%) nas baias de descanso, conforme ilustra a Figura 2, sendo que as umidades relativas iniciais nas baias de espera dos tratamentos não diferiram ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos propostos, apresentando valores médios acima de 70%, os quais são preconizados como padrões ótimos de umidade relativa do ar (SILVA, 1999). Após o uso da aspersão, verificou-se um aumento desses valores que já estavam altos, provocando saturação na umidade do ambiente, o que poderia causar dificuldade para dissipar calor por meio de mecanismos sensíveis como a evaporação e convecção agravando o estresse térmico (FAUCITANO e GEVERINK, 2008, PANDORFI, 2005). No entanto, como as temperaturas que os animais foram submetidos experimentalmente não proporcionaram essa influência, devido os valores médios enquadrarem-se na faixa de termoneutralidade (SOUSA, 2002, LUDTKE, et al., 2010, SILVA, 1999).

De acordo com Knowles et al. (1998) o uso de aspersão torna-se necessário em temperaturas ambientais entre 10 a 30°C e umidade relativa menor que 80%, e não recomenda a aspersão em temperaturas abaixo de 5°C, pois acentua a perda de calor promovendo hipotermia nos animais, o que pode levar, a tremores musculares e aumento da incidência de DFD.

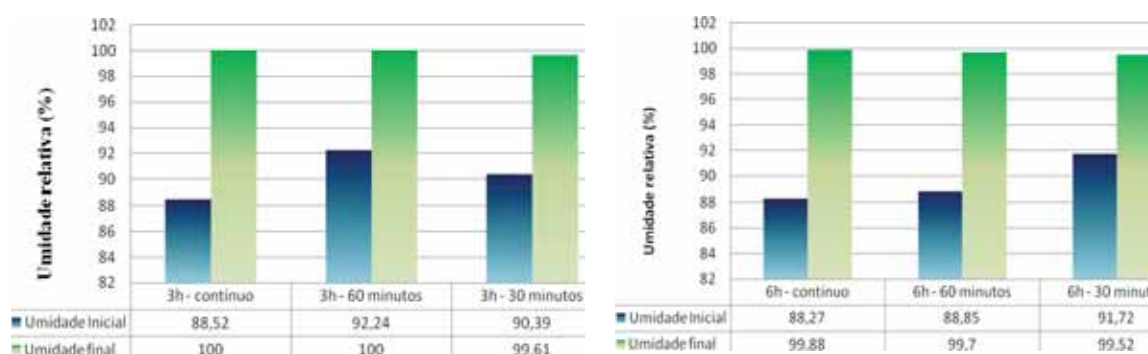


Figura 2. Variação média da umidade relativa (UR%) nas baias nos diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão.

Os níveis dos indicadores de estresse sanguíneo, cortisol, lactato e CPK estão descritos na Tabela 3. Os níveis de cortisol dos suínos submetidos aos seis tratamentos não apresentaram diferenças ($p \geq 0,05$), o que permite afirmar que apesar dos diferentes períodos de utilização do sistema de aspersão os suínos mantiveram o mesmo nível de estresse.

Tabela 3. Valores médios e erro padrão dos indicadores de estresse (cortisol, lactato e creatinaquinase) dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão

Indicadores de estresse	Período de descanso (horas)	Períodos de aspersão			Média
		Contínuo	60 minutos	30 minutos	
Cortisol	3	$8,03 \pm 0,95$	$7,92 \pm 0,68$	$6,89 \pm 0,70$	$7,61 \pm 0,45^A$
($\mu\text{g/dL}$)	6	$5,77 \pm 1,00$	$6,89 \pm 0,82$	$7,13 \pm 0,82$	$6,60 \pm 0,50^B$
Lactato	3	$6,89 \pm 0,70$	$10,80 \pm 0,60$	$11,00 \pm 0,55$	$10,48 \pm 0,35$
(mg/dL)	6	$10,68 \pm 0,65$	$9,42 \pm 0,77$	$10,43 \pm 0,49$	$10,17 \pm 0,37$
CPK	3	$3,69 \pm 3,13$	$3,56 \pm 2,79$	$3,59 \pm 2,93$	$3,62 \pm 2,75^A$
($\log\text{UI/L}$)	6	$3,59 \pm 2,74$	$3,48 \pm 2,67$	$3,62 \pm 2,84$	$3,57 \pm 2,52^B$

* Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global

Quando comparados apenas os tempos de descanso, verificaram-se diferenças ($p \leq 0,05$), sendo que os suínos submetidos ao período de descanso de 3 horas apresentaram valores de cortisol mais altos ($7,61 \pm 0,45$) em relação aos submetidos ao tratamento de 6 horas de descanso ($6,60 \pm 0,50$), entretanto, ambos assemelham-se as condições de mínimo estresse encontradas por Brown et al. (1998), que ao avaliar os níveis de cortisol de suínos

abatidos em situações de mínimo estresse apresentaram níveis de cortisol de 7,62µg/dL e sob condições estressantes 17,02µg/dL. Shaw e Trout (1995) ao avaliarem a concentração de cortisol plasmático em suínos que desenvolveram carne PSE, encontrando valores elevados (16,63µg/dL).

O lactato sanguíneo dos suínos expostos aos tratamentos de aspersão e período de descanso nas baias de espera apresentaram valores que variaram entre 6,89 a 11 mg/dL, adequando-se as condições mínimas de estresse verificadas por Warriss et al. (1994) quando observaram diferenças nas concentrações de lactato em suínos abatidos em condições de estresse 139,8 mg.100mL⁻¹ e mínimo estresse 63,5 mg.100mL⁻¹. Posteriormente, Brown et al. (1998), Warriss et al. (1998a) e Stoier et al. (2001) também encontraram diferença ao comparar manejo convencional e um manejo com o mínimo estresse. Gispert et al. (2000) mediram as concentrações de lactato, em suínos com escores altos de lesões de pele e constataram que, quanto mais numerosas as lesões, maior concentração de lactato. Contudo, não se verificou diferença nos valores de lesões dos suínos nos seis tratamentos avaliados.

Os valores de CPK do sangue dos suínos não apresentaram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos, sendo que os valores variam entre 3,48 a 3,69 log UI/L. Gispert et al. (2000) quando realizaram uma pesquisa sobre o manejo pré-abate, qualidade de carne e frequência de gene halotano em carcaças suínas em cinco frigoríficos espanhóis, e encontraram valores de CPK entre 3,7 a 3,9 log UI/L.

Os parâmetros de qualidade de carne dos músculos *Longissimus dorsi* (LD) e *Semimembranosus* (SM) dos suínos submetidos a diferentes períodos de aspersão estão descritos nas Tabelas 4 e 5, respectivamente, sendo que os valores médios de a* e b*, cor subjetiva, perda por exsudação, PPC e FC dos músculos *Longissimus dorsi* (LD) e *Semimembranosus* (SM) não apresentaram diferença ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos.

Portanto, os tratamentos propostos aplicados nos suínos não divergiram e mantiveram o mesmo efeito sobre os parâmetros qualitativos da carne.

Tabela 4. Valores médios e erro padrão dos parâmetros de qualidade de carne nos músculos *Longissimus dorsi* (LD) dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão

Parâmetros qualitativos	Tempo de aspersão	Período de aspersão			Média
		Contínuo ⁵	60 minutos	30 minutos	
pH _I	3	6,43 ± 0,03	6,39 ± 0,03	6,41 ± 0,03	6,41 ± 0,02
	6	6,46 ± 0,05 ^{ab*}	6,49 ± 0,05 ^a	6,40 ± 0,05 ^b	6,45 ± 0,03
pH _u ²	3	5,62 ± 0,05	5,59 ± 0,06	5,62 ± 0,06	5,61 ± 0,03 ^{B**}
	6	5,73 ± 0,03	5,76 ± 0,03	5,76 ± 0,02	5,75 ± 0,01 ^A
L* ⁴	3	41,43 ± 1,52 ^b	42,62 ± 1,43 ^a	42,50 ± 1,60 ^a	42,18 ± 0,84
	6	42,09 ± 1,07	41,62 ± 1,42	41,97 ± 1,42	41,90 ± 0,72
a*	3	4,26 ± 0,28	4,24 ± 0,18	4,15 ± 0,28	4,22 ± 0,14
	6	4,37 ± 0,21	4,11 ± 0,32	4,29 ± 0,34	4,25 ± 0,16
b*	3	-1,73 ± 0,20	-1,44 ± 0,32	-1,58 ± 0,24	-1,58 ± 0,14
	6	-1,95 ± 0,47	-1,90 ± 0,47	-1,86 ± 0,39	-1,90 ± 0,24
Cor subjetiva ⁵	3	4,09 ± 0,27	3,93 ± 0,26	3,82 ± 0,25	3,95 ± 0,14
	6	3,88 ± 0,23	3,86 ± 0,25	3,90 ± 0,23	3,88 ± 0,13
Perda de água por exsudação	3	2,60 ± 0,28	3,10 ± 0,23	2,55 ± 0,28	2,75 ± 0,16 ^B
	6	3,18 ± 0,32	3,00 ± 0,42	3,62 ± 0,51	3,27 ± 0,24 ^A
PPC	3	31,47 ± 0,23	31,83 ± 0,31	31,98 ± 0,37	31,76 ± 0,18
	6	32,11 ± 0,47	32,02 ± 0,39	32,21 ± 0,37	32,12 ± 0,23
FC	3	8,45 ± 0,47	8,37 ± 0,42	8,05 ± 0,37	8,29 ± 0,24
	6	7,83 ± 0,43	8,45 ± 0,32	7,92 ± 0,38	8,07 ± 0,22

pH_I = pH inicial medido 45 minutos *post-mortem* 2, pH_u = pH final medido 24 horas *post-mortem*. ⁵ "Pork Quality Standards" (PQS). * Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global entre os tratamentos sob mesmo período de aspersão. ** Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global entre as médias dos tratamentos sob diferentes tempos de descanso.

Tabela 5. Valores médios e erro padrão dos parâmetros de qualidade de carne nos músculos *Semimembranosus* (SM) dos suínos submetidos a diferentes períodos de descanso e tempos de aspersão

Parâmetros qualitativos	Tempo de aspersão	Período de aspersão			Média
		Contínuo	60 minutos	30 minutos	
pH _i	3	6,43 ± 0,03	6,39 ± 0,03	6,40 ± 0,04	6,41 ± 0,02 ^{B*}
	6	6,43 ± 0,03	6,47 ± 0,05	6,49 ± 0,04	6,46 ± 0,02 ^A
pH _u ²	3	5,68 ± 0,05	5,64 ± 0,05	5,65 ± 0,06	5,65 ± 0,03 ^B
	6	5,78 ± 0,02	5,76 ± 0,03	5,79 ± 0,02	5,78 ± 0,01 ^A
L* ¹	3	42,85 ± 1,63	43,24 ± 1,39	43,29 ± 1,53	43,12 ± 0,83
	6	42,94 ± 1,27	42,58 ± 1,55	42,44 ± 1,47	42,65 ± 0,79
a*	3	5,88 ± 0,41	5,85 ± 0,26	5,86 ± 0,35	5,86 ± 0,19
	6	5,93 ± 0,31	5,94 ± 0,47	6,33 ± 0,49	6,07 ± 0,24
b*	3	-0,82 ± 0,21	-0,89 ± 0,19	-0,81 ± 0,38	-0,84 ± 0,15
	6	-1,19 ± 0,45	-1,21 ± 0,40	-1,08 ± 0,40	-1,16 ± 0,23
Cor subjetiva ²	3	4,04 ± 0,28	3,91 ± 0,25	3,77 ± 0,26	3,90 ± 0,15
	6	3,95 ± 0,24	3,86 ± 0,24	4,06 ± 0,21	3,96 ± 0,13
Perda de água por exsudação	3	1,94 ± 0,17	2,13 ± 0,36	2,41 ± 0,11	2,16 ± 0,14
	6	2,53 ± 0,34	2,52 ± 0,48	2,74 ± 0,39	2,59 ± 0,22

pH_i = pH inicial medido 45 minutos *post-mortem* ², pH_u = pH final medido 24 horas *post-mortem*. ² “Pork Quality Standards” (PQS).

*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t de Student, protegido pela significância do teste F global entre as médias dos tratamentos sob diferentes tempos de descanso

Os valores médios de pH_i dos músculos LD dos suínos submetidos ao período de descanso de 6 horas e aspersão contínua foram semelhantes à aspersão intermitente, mas estes foram diferentes entre si, no entanto, o tratamento 6h de descanso e 30 minutos de aspersão apresentou os valores médios de pH_i ($6,40 \pm 0,05$) inferiores. Entretanto, nos músculos SM dos suínos submetidos aos mesmos tratamentos observou-se que não houve diferença para este parâmetro de qualidade de carne, obtendo valores médios que variaram

entre 6,43 a 6,49. Nos tratamentos que os suínos permaneceram por 3 horas descansando nas baias de espera, não houve diferença nos valores de pH_1 nos músculos LD e SM.

Houve uma relação entre o pH_1 e pH_u dos músculos LD e SM em todos os tratamentos, sendo que o pH_u de ambos os músculos apresentaram padrões de normalidade, variando entre 5,59 a 5,79. Resultados semelhantes foram encontrados por Warriss et al. (1998a) que ao analisar a qualidade da carcaça de suínos e seus índices de estresse em alguns países da Europa (Reino Unido, Portugal, Dinamarca, Países Baixos e Itália) encontraram valores médios de pH_1 de 6,31 e 6,32 e pH_u 5,59 e 5,59, nos músculos LD e SM, respectivamente.

Observa-se diferença ($p \leq 0,05$) nas médias gerais do pH_u de ambos os músculos dos suínos quando se analisa apenas o período de descanso, sendo que os músculos LD e SM mostraram os menores valores de pH_u , $5,65 \pm 0,03$ e $5,61 \pm 0,03$ respectivamente, quando submetidos ao descanso de 3 horas.

Os autores Van der Wal et al. (1997 e 1999) e Warriss (2003) recomendam como tempo ideal, nas baias de espera entre 2-3 horas. Os suínos submetidos a períodos de descanso menor que duas horas apresentam valores mais baixos de pH quando comparado com longos períodos e essa variação está relacionada com as reservas de glicogênio e a presença de ácido láctico. Nanni Costa et al. (2002) comprovaram este efeito, encontrando valores médios menores de pH_1 e pH_u , em suínos submetidos ao tempo de descanso, inferior a duas horas.

Quanto aos valores de luminosidade (L^*), apenas os músculos LD dos suínos que permaneceram nas baias com aspersão contínua e descanso de 3 horas apresentaram diferença ($41,43 \pm 1,52$), os demais tratamentos foram semelhantes entre si.

De forma geral, ao considerar a classificação feita por Correa et al. (2007) e Araújo (2009), os valores médios encontrados são condizentes com carnes classificadas como normais, ou seja RFN (vermelha, firme e não exsudativa).

De acordo com o NPPC (1999), o padrão de cor subjetiva ideal define que os valores devem estar entre 3-4, o que representa uma carne rósea para avermelhada, o que permite afirmar que os músculos LD e SM dos suínos submetidos aos dois períodos de aspersão e três períodos de aspersão enquadram-se dentro desse padrão de avaliação.

Quanto à perda de água por exsudação evidenciou-se que os músculos LD e SM dos suínos não apresentaram diferenças ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos, no entanto, não se enquadraram em níveis aceitáveis, segundo os padrões de qualidade sugeridos pelo National Pork Producers Council (NPPC) em 1999, os quais preconizam valores inferiores a 2,5%. No entanto, Beattie et al. (1999) relataram valores médios entre 5,8 e 6,7% sem fazer referência a anomalias, os quais tem concordância com os valores apresentados no presente estudo. VAN LAACK e KAUFFMAN (1999) consideraram aceitáveis perdas até 4,2% em carnes consideradas normais.

Em resumo, os resultados encontrados diferiram das literaturas consultadas, que ao avaliarem o efeito da aspersão de água em suínos durante o período de descanso dos mesmos no frigorífico encontraram alterações na qualidade da carne suína (KNOWLESS et al., 1998; WEDDING et al., 1993).

A exemplo, Fraqueza, et al. (1998) ao relacionarem o efeito da temperatura com a incidência de carcaças PSE, constataram que ao expor os suínos a temperaturas de 20 a 35°C houve um aumento significativo da incidência de carnes PSE e conseqüentemente uma redução de carcaças com características consideradas normais. Santos, et al. (1997) relataram que suínos submetidos a altas temperaturas no ambiente de descanso apresentam uma diminuição na habilidade em perder calor podendo interferir na temperatura muscular

no *post-mortem* e perda da qualidade da carne suína. Honkavaara (1998) relatou que em temperatura e umidade de 15 -18°C e 59–65%, respectivamente, são consideradas ideais para limitar o estresse físico (níveis de lactato no sangue) e para diminuir a ocorrência de carne PSE. No entanto, no presente trabalho, apesar das condições ambientais de forma geral terem apresentado temperatura e umidade relativa do ar de 20-21°C e 90-100%, respectivamente, os parâmetros de qualidade de carne não indicaram alta incidência de carnes com alterações sugestivas de PSE.

Além disso, quando o suíno está estressado ocorre um desequilíbrio hormonal decorrente da excessiva atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal promovendo o aumento da liberação de hormônios adrenérgicos e corticosteróides, que interferem na regulação de enzimas que atuam na degradação da fosfocreatina e glicogênio. O acúmulo de ácido láctico e íons hidrogênio causam o declínio do pH *post-mortem* o que pode afetar a qualidade do produto final (WARRISS 1998b; D'SOUZA et al., 1998; HENCKEL et al., 2002), porém esses indicadores mantiveram-se dentro dos níveis mínimos de estresse Warriss et al. (1994) e foram semelhantes em todos os tratamentos.

Com base nos parâmetros fisiológicos do estresse e os qualitativos da carne dos suínos submetidos aos diferentes tempos e períodos de aspersão torna-se incoerente e inviável dispor do uso contínuo de aspersão de água nas baias de espera, nas condições climáticas encontradas em Santa Catarina, pois os mesmos benefícios são propiciados pela aspersão intermitente. Portanto, a disponibilidade de recursos hídricos para esta finalidade deve ser reavaliada nos frigoríficos, a fim de gastar o menor volume de água, auxiliando na execução de práticas economicamente viáveis e promovendo a redução dos problemas ambientais do frigorífico.

CONCLUSÃO

O sistema de aspersão contínuo é o menos indicado para os suínos nas baias de espera de frigoríficos, pois os resultados obtidos dos indicadores de estresse e da qualidade de carne não apresentaram vantagem sobre os obtidos nos sistemas intermitentes, aliado a isto, o volume de água utilizado é maior, tornando-se inviável economicamente, agravando os problemas ambientais do frigorífico.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Projeto aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal (CEUA 115/2010) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 1995, 48p.
- ARAÚJO, A. P. **Manejo pré-abate e bem-estar dos suínos em frigoríficos brasileiros**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal, Saúde Pública e Segurança alimentar), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- BEATTIE, V. E. et al., The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 52, p. 205–221, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 711 de 01 de novembro de 1995 do Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília, DF; 1995. 100 p.
- BROWN, S. N. et al. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 257-265, 1998.
- CORREA, J. A.; MÉTHOT, S.; FAUCITANO, L. A modified meat juice container (ez-driploss) procedure for a more reliable assessment of drip loss and related quality changes in pork meat. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 18, p. 67–77, 2007.
- DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suína**. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- D'SOUZA, D. N. et al. The effect of handling preslaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 50, n. 4, p. 429-437, 1998.
- FAUCITANO, L; GEVERINK, N.A. Effects os preslaughter handling on stress response and meat quality in pigs. In: SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. Welfare of pigs – from birth to slaughter. New York / The Netherlands: **Wageningen Academic Publishers**. cap. 06, p. 197-224, 2008
- FRAQUEZA, M. J. et al. Effects of lairage temperature and holding time on pig behaviour and carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Kindlington, v. 60, p. 317–330, 1998.
- GISPERT, M. et al. A survey on pré-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Kinlington, v. 55, p. 97-106, 2000.
- HENCKEL, P. et al. Metabolic conditions in porcine *longissimus muscle* immediately pre-slaughter and its influence on peri and *post-mortem* energy metabolism. **Meat Science**, Amsterdam, v. 62, p. 145-155, 2002
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 447-457, 1998.
- HONIKEL, K. O. The water binding of meat. **Fleischwirtsch**, Frankfurt , v. 67, n. 9, p. 1098-1102, 1987.
- HONKAVAARA, M. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. **Journal Agriculture Science Finland**, v. 61, p. 433–440, 1998.
- INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. **Notation des hématomes sur couenne : porcs vivant ou carcasses**. Le Rheu; 1996, 45 p.
- JONES, T.A. Improved handling systems for pigs at slaughter. London: University in Royal Veterinary College, University of London, UK, 1999.

- LUDTKE, et al. Abate humanitário de suínos. Rio de Janeiro: WSPA, 2010, 128p.
- KNOWLES, T. G. et al. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. **Veterinary Record**, London, v. 143, p. 575-578, 1998.
- MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION. **Concern at rindside damage in pigs**. Milton Keynes, 1985. p. 14-16 (Meat and Marketing Technical note, 4).
- NANNI COSTA, L. et al. 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.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL (NPPC). Color measurement on pork carcasses. Color Quality Meeting, Iowa State University, Ames, IA, 8. 1999.
- PANDORFI, H. **Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: suinocultura de precisão**. 119 f. (Tese de Doutorado em física do ambiente agrícola), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SANTOS, C. et al. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. **Meat Science**, Kindlington, v. 45, n. 2, p. 253-262, 1997.
- SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**: release 8.2. Cary, 2008. 1 (cd-rom).
- SHAW, F. D.; TROUT, G. R. Plasma and Muscle Cortisol Measurements as Indicators of Meat Quality and Stress in Pigs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 39, p. 237-246, 1995.
- SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999
- SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 117 p. Tese (Doutorado na Faculdade de Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- STOIER, S. et al. The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. **Meat Science**, Kidlington, v. 59, p.127-131, 2001.
- VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; HULSEGG, B. Causes for Variation in Pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 46, p. 319-327, 1997.
- VAN DER WAL, P.G; ENGEL, B; REIMERT, H. G. M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 53, p. 101-106, 1999.
- VAN LAACK, R. L. J. M. ; KAUFFMAN, R. G. Glicolytic potential of read, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2971-2973, 1999
- WARRISS, P.D. Bienestar animal. In: **Ciência de la carne**. España: Acribia, S.A. 2003, 309p.
- 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**, Amsterdam, v. 38, p. 329-340, 1994.
- WARRISS, P. D. et al. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 137-144, 1998a.
- WARRISS, P. D. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 66, p. 255-261, 1998b.
- WEEDING, C. M.; GUISE, H. J.; PENNY R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pig: the use of water sprays in lairage. **Animal Production**, Edinburg, v. 56, p. 393-397, 1993.

Artigo 2 - Versão em Inglês

Stress levels and meat quality of pigs subjected to three water spray periods and two lairage times

**Aurélia Pereira de Araújo¹, Osmar Antonio Dalla Costa², Roberto de Oliveira Roça³,
Charli Beatriz Ludtke⁴, Luigi Faucitano⁵, Nicolas Devillers⁵, Antonio Lourenço
Guidoni²**

ABSTRACT The effect of water spraying period and lairage time on pigs in slaughterhouse pens was assessed through the analysis of blood stress levels and meat quality characteristics. 336 castrates were used (average weight 110 kg) subjected to three water spraying periods (continuous, 60 and 30 minutes) and two lairage times in pens (3 and 6 hours), for seven consecutive days. In the slaughterhouse, the pigs were randomly distributed in six pens (1 pen/treatment), where information about temperature and humidity in pens was gleaned by means of thermo-hygrometers. Skin damage and carcass, physical and chemical meat quality characteristics (pH, colour, loss by exudation, loss by cooking, shear force) and physiological stress parameters (cortisol, lactate and CPK) were analysed. Experimental delineation was done in casualised blocks. The experimental unit was the slaughterhouse pen, using the GLM procedure of SAS statistical software (2008). The average valued obtained for skin damage, meat quality characteristics and stress physiological parameters did not show differences ($p \geq 0.05$) between treatments. It is concluded that lairage time and water spraying periods had no influence on pork quality and stress physiological parameters.

Key words: qualitative parameters, stress indicator, water spraying

1. PhD student in Veterinary Medicine at Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia - Fazenda Experimental Lageado (Experimental Farm Lageado). CP 237. Postal code: 18603-970. Botucatu – SP e-mail: aurelia@fmvz.unesp.br Corresponding author 2. Researchers of Embrapa Suínos e Aves (Swine and Poultry). Concórdia - SC. 3. Departamento Gestão e Tecnologia Agroindustrial FCA (Management and Agro-Industrial Technology Department). UNESP. Botucatu campus. Researcher at CNPq. 4. World Society for the Protection of Animals. 5. Researchers at Agri-Food – Canada

welfare and result in meat with anomalous characteristics, known as PSE meat (pale, soft and exudative) and DFD (dark, firm and dry).

When pigs are exposed to unfavourable environmental situations, they have difficulty maintaining body heat balance due to the absence of functional sweat glands (Sousa, 2002). A way to minimise heat stress at the pre-slaughter moment is spraying water on pigs in lairage. This technique allows pigs to cool off, which reduces cardiovascular effort. Water spraying also causes a drop in aggressive behaviour, calming swine down, and lessens the animals' sweat, as it contributes to cleaning, which results in enhanced stunning efficiency (Wedding et al., 1993).

On the other hand, society's concern for a rational use of water in production systems has sparked off debates and resulted in innovation in the last decades. Therefore, the fight against water waste by means of strategies in production systems may reduce environmental problems. Furthermore, in Brazil every slaughterhouse adopts its own water spraying system and the lack of recommendations and scientific knowledge about the best time and applications suitable for our environmental conditions limits this technique.

Our aim was thus to quantify blood stress levels and assess meat qualitative parameters of pigs subjected to three water spraying periods with two lairage times to check their influence on animal welfare and end product quality.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in March 2010, in western Santa Catarina state, in the town of Chapecó, with coordinates 27° 5' 48" S. 52° 37' 7" W and an altitude of 670 m. The climate is humid subtropical of the Cfa fundamental type according to Köppen climate classification, with an average temperature between 15° C and 25° C.

336 hybrid castrates were used (sows F1 Aurora= Landrace x Large White paired with Agrocères® males), with an average weight of 110 kg, seven of which from farms and were obtained by Cooperativa Oeste Catarinense. They were slaughtered in the abattoir located in Chapecó, Santa Catarina. The transport distance between farms and the slaughterhouse varied between 110 and 130 km. All pigs were identified with **earrings** and pre-slaughter handling phases were standardised.

The pigs were subjected to two lairage times (3 and 6 hours) and three water spraying periods (continuous, 60 and 30 minutes) and water spraying regimes were conducted according to the following application method: 60 min (30 min of spraying at arrival at the pen and 30 minutes at exit), 30 min (15 min of spraying at arrival at the pen and 15 minutes at exit) for both lairage times. In the treatments with continuous spraying, water was sprayed during their entire stay in lairage, that is, 180 and 360 minutes, respectively.

For each treatment, seven repetitions were made throughout the evaluation. Evaluation day was considered a block, and in each day 48 pigs were evaluated. Upon arriving at the slaughterhouse, the animals were randomly distributed in six pens (1 pen/treatment). In each water spraying regime, the swine were kept in lairages, with a density of 0.60 m²/100 kg. The water sprayed on the swine in the lairages followed an average leakage of 29.58 ml of water per second.

To analyse climatic conditions, digital iButton® DS1923 (Hygrochron Temperature/Humidity Logger iButton®) thermo-hygrometers were placed in lairage, to supply average temperature (°C) and relative humidity (RH%) variations of the place while the pigs stayed in lairages in the slaughterhouse.

After spraying water and suitable lairage times proposed for each treatment, the swine were led to the restrainer and stunned. A three-point electrical stunner was used and

electrodes were applied to the temporal (700 V and amperage above 1.25 Amps) and cardiac regions (Valhalla, Stork RMS b.v., Lichtenvoorde, Netherlands).

Then, the pigs were bled in a horizontal position on the bleeding table. As bleeding began, blood samples were collected for further biochemical analyses of stress indicators (cortisol, lactate and creatine kinase). The remaining phases of the slaughter line were fulfilled according to Portaria (administrative act) 711 of 1 November 1995 (Brasil, 1995). To cool carcasses thermal shock in the cooling tunnel at -30° C was employed and for later carcass transport the temperature in cooling chambers was set at 4° C for 24 hours.

In pigs' left half carcass, in the shoulder, middle and leg, skin and carcass damage was classified according to the Meat Livestock Commission (1985). Skin damage was assessed upon the animals' arrival at the slaughterhouse facilities and at exit from the lairage, when the pigs were led to stunning, whereas carcass damage was done 24 hours after cooling in the chamber.

In the carcasses the origin of damage was also analysed and was classified in handling, density and fight according to the damage score described by the Institut Technique Du Porc (1996).

For physical and chemical evaluation of pork quality, pH, colour and loss of water by exudation, the *Longissimus dorsi* (LD) and *Semimembranosus* (SM) muscles were used.

For pH₁ measures were (45 min) and pH_u (24 h post-mortem), a portable HANNA HI-99163 pHmeter with a digital identification system, temperature compensation sensor (Tec 530) and a glass electrode suitable to determine pH in depth was used.

For colour evaluation (24 h post-mortem) two methods were employed: the objective method was performed in triplicate by the CIELAB system (L* Luminosity, a* variation between red and green colouring and b* variation between yellow and blue colouring), using a Minolta colourimeter (DL65, 0° vision angle, with diffuse illumination and a specular

component, model CR 400, Minolta - Camera Co., Ltd Osaka, Japan) and the subjective method was performed according to the photo standard “Pork Quality Standards” (PQS) (National Pork Producers Council, 1999).

24 hours post-mortem duplicate samples of *Semimenbranosus* (SM) and *Longissimus* loss of water by exudation. 10 g samples from both muscles were weighed in semi-analytic scales, and analysis was determined by the EZ-Drip Loss method as described by Correa et al. (2007). Water loss was calculated according to Honikel (1987).

To determine water loss by cooking, quadruplicate samples of LSD muscles were weighed (approximately 150 grams), packed in heat resistant plastic bags (nylonpolyethilene) and cooked in a bain-marie at 80° C for an hour. The samples were placed on absorbent paper to remove surface humidity and were weighed when they reached between 20 and 25° C. Water loss was calculated according to Honikel (1998).

After determining water loss by cooking, the samples were cooled to 0° C for 12 hours and used to determine shearing force. Each sample was cut in five 1 x 1 x 2 cm parallelepipeds and placed with their fibres perpendicularly to the Warner-Bratzler blades coupled to the texturometer TA.TX plus. (*Stable Micro Systems*) (American Meat Science Association, 1995).

To evaluate stress indicators, blood samples were collected in conical tubes adding 2500 UI of fluoride anticoagulant, later they were centrifuged and frozen at -30° C for subsequent biochemical analysis of stress indicators. In cortisol analysis the radioimmunoessay method was followed (Coat-A-Count Cortisol Kit, Diagnostic Products Corporation – DPC, Los Angeles, USA) and dosing carried out in a gamma count (Gama Count Cobra II- PackardTM). To evaluate lactate (Lactat PAP enzym. Farbtest, Rolf Greiner Biochemica, Flacht, Germany) and creatine kinase (CK-NAK FS, Diasys - Diagnostic

Systems International, Holzheim, Germany) wavelengths (546 nm and 340 nm, respectively) were used to evaluate in a spectrophotometer (RA_XTTM, Technicon).

To guarantee validity of variance analysis (central limit theorem) to compare all six experimental treatments, for any variable the average corresponding to observations in each pen was considered inside each farm. Each randomly chosen farm was considered a block on each evaluation day.

The adopted method was: $y_{ik} = \mu + g_i + d_k + \varepsilon_{ik}$, where $i=1, 2, \dots, 7$ farms; $k= 1, 2, 3$ water spraying time, y_{ik} is the response value in the farm pen i , water spraying time k ; μ is the effect of general response average on the experiment; g_i is farm effect on the experiment; d_k is the effect of water spraying time k ; ε_{ik} is the non-observable random error, corresponding to the experimental error, supposed to follow the normal distribution of zero average and constant variance. In the variance analysis this mean square (residual variance) corresponds to the F-test denominator to check the effect of water spraying time.

To compare water spraying time levels, T-test protected by the significance of F-test was used, that is, averages were compared by T-test at a 5% level only when F-test was significant to 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

There were no differences ($p \geq 0.05$) found in the average values of skin damage in shoulder, middle and leg in pre-slaughter phases (Table 1). It was observed that the incidence of carcass damage also did not show differences ($p \geq 0.05$) between treatments as to the amount of skin damage and its origin (handling, fight and intensity) (Table 2). This indicates that the pigs exposed to different water spraying periods and lairage times were subjected to the same pre-slaughter handling conditions, which enables us to state that

samples were uniform. However, an increase in skin damage was found after lairage time, with values close to 100% regarding the damage observed upon pigs arriving at the lairage. Consequently, water spraying did not calm down the pigs or reduce damage incidence, since average values did not show differences ($p \geq 0.05$) between treatments.

Similar results were found by Weeding et al. (1993), who found no differences for damage incidence when evaluating the use of water sprayers and the absence of pig spraying in lairage. However, Jones (1999) reported water spraying calms down pigs and reduces aggressive behaviour in the lairage, which facilitates leading them to the stunning area.

Considerable damage incidence was observed in pig carcasses, but they are within patterns similar to those described by Warris et al. (1998a), who evaluated pigs slaughtered in five European countries and found that 63% of pigs had excoriations and 10% of said excoriations had unacceptable scores (3 and 4). Gispert et al. (2000), in Spain, showed an average variation in skin damage score of 1.8 to 2.5 while Dalla Costa (2005) found that skin damage frequency in pigs upon unloading at the slaughterhouse was 3.90 and in lairage 4.93.

Table 1. Average values and standard error of classifications of left half carcass caused in the pre-slaughter period of pigs subjected to different lairage periods and water spraying times.

Pre-slaughter phases	Damage	Lairage period	Continuous	60 minutes	30 minutes	Average
Unloading ¹	Shoulder	3	1.70 ± 0.52	0.94 ± 0.15	1.06 ± 0.19	1.23 ± 0.20
		6	1.11 ± 0.25	1.17 ± 0.12	0.95 ± 0.11	1.08 ± 0.10
	Middle	3	1.09 ± 0.40	0.67 ± 0.19	0.75 ± 0.11	0.84 ± 0.15
		6	0.94 ± 0.22	0.81 ± 0.14	0.92 ± 0.30	0.89 ± 0.13
	Leg	3	0.91 ± 0.30	0.47 ± 0.11	0.39 ± 0.08	0.59 ± 0.11
		6	0.75 ± 0.18	0.45 ± 0.12	0.44 ± 0.16	0.55 ± 0.09
Lairage period ²	Shoulder	3	3.22 ± 0.53	2.45 ± 0.28	2.28 ± 0.25	2.66 ± 0.44
		6	2.84 ± 0.41	2.44 ± 0.31	2.31 ± 0.53	2.52 ± 0.28
	Middle	3	2.06 ± 0.38	1.81 ± 0.24	1.59 ± 0.17	1.82 ± 0.16
		6	2.13 ± 0.36	1.69 ± 0.18	2.08 ± 0.35	1.96 ± 0.18
	Leg	3	1.59 ± 0.29	1.30 ± 0.28	1.06 ± 0.11	1.32 ± 0.14
		6	1.58 ± 0.16	1.28 ± 0.14	1.44 ± 0.14	1.43 ± 0.08

¹ Damage that occurred up to the arrival of animals at the lairage

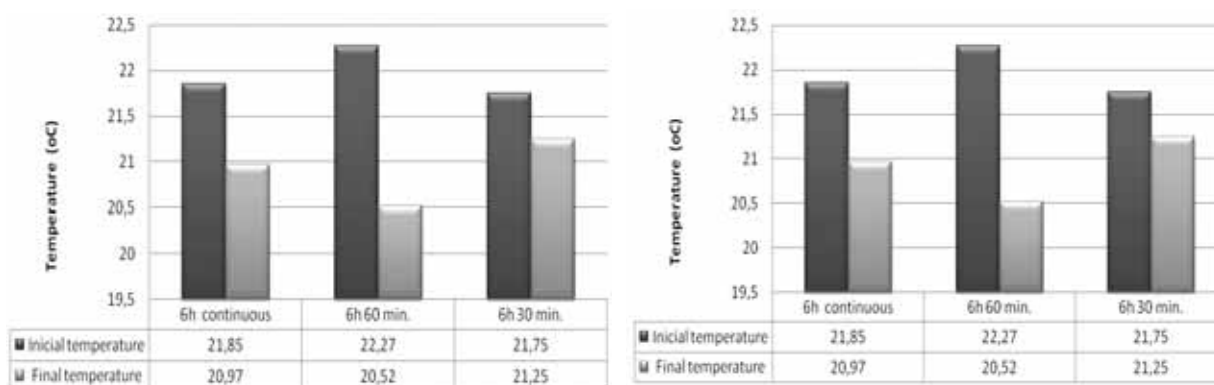
² Damage that occurred after lairage period, when pigs were led for stunning

Table 2. Average values and standard error of damage in left half carcasses according to origin and damage incidence classifications in pigs subjected to different lairage periods and water spraying

Classification	Area of damage	Lairage period	Continuous	60 minutes	30 minutes	Average
Handling	Shoulder	3	1.71 ± 0.26	1.45 ± 0.14	1.82 ± 0.19	1.66 ± 0.12
		6	1.93 ± 0.20	1.48 ± 0.26	1.66 ± 0.29	1.69 ± 0.14
	Middle	3	5.23 ± 0.61	5.09 ± 0.56	4.93 ± 0.60	5.09 ± 0.33
		6	5.41 ± 0.30	5.64 ± 0.99	5.71 ± 0.86	5.59 ± 0.43
	Leg	3	2.29 ± 0.26	2.14 ± 0.23	2.09 ± 0.26	2.17 ± 0.14
		6	2.86 ± 0.44	1.98 ± 0.30	2.25 ± 0.24	2.36 ± 0.20
Fight	Shoulder	3	1.48 ± 0.29	1.76 ± 0.36	1.73 ± 0.30	1.66 ± 0.18
		6	2.43 ± 0.93	1.95 ± 0.70	3.04 ± 0.54	2.47 ± 0.42
	Middle	3	2.16 ± 0.44	1.72 ± 0.32	2.21 ± 0.39	2.03 ± 0.22
		6	2.04 ± 0.32	1.98 ± 0.62	2.55 ± 0.89	2.19 ± 0.36
	Leg	3	0.93 ± 0.23	0.64 ± 0.06	0.79 ± 0.10	0.78 ± 0.09
		6	0.77 ± 0.24	1.00 ± 0.21	0.75 ± 0.17	0.84 ± 0.12
Density	Shoulder	3	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.01
		6	0.02 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.01
	Middle	3	1.05 ± 0.16	0.89 ± 0.18	1.16 ± 0.15	1.03 ± 0.09
		6	1.02 ± 0.16	1.00 ± 0.17	1.11 ± 0.24	1.04 ± 0.11
	Leg	3	1.00 ± 0.13 ^{ab1}	0.76 ± 0.06 ^b	1.18 ± 0.08 ^a	0.98 ± 0.07
		6	0.96 ± 0.09	1.07 ± 0.14	1.14 ± 0.11	1.06 ± 0.07

¹ Different lowercase letters in the same line point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test.

In the temperature analysis in lairage (Figure 1), it was observed that in spite of variation the values obtained in the environment were found inside the thermoneutrality range between 12 and 18° C (Sousa, 2002, Ludtke, et al., 2010, Silva, 1999), whereas in initial temperatures no differences were found ($p \geq 0.05$) between treatments with a 3-hour lairage period. There were only differences ($p \leq 0.05$) in the temperatures obtained in lairage at the 6-hour lairage period. The 6-hour 60-minute treatment had higher average levels (22.27° C), differing from continuous spraying treatments and from the 30-minute treatment, at 21.85 and 21.75° C, respectively, which did not differ among themselves. When water spraying was discontinued, it should be noted that the 60-minute spraying treatment showed, for both lairage times, a reduction with the same efficiency as the continuous time, which is in agreement with Warriss et al. (1994), who also recommended 60-minute water spraying (30 minutes at arrival and 30 minutes at exit of pigs from lairage).



* Different letters in the same line point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test.

Figure 1. Temperature average variation (° C) in pens at different lairage periods and water spraying times.

Along with temperature, relative humidity (RH%) was monitored in lairage, as shown in Figure 2. Initial relative humidity did not differ in treatment lairage between treatments proposed, showing average values above 70%, recommended as optimal standards for

relative humidity of air (Silva, 1999). After spraying, there was an increase in these values, which were already high, causing saturation in the environment's humidity, which hampers spreading heat by means of mechanisms such as evaporation and convection, which would aggravate heat stress (Faucitano & Geverink, 2008, Pandorfi, 2005). However, temperatures to which animals were experimentally subjected did not have that influence, as average values are within the thermoneutrality range (Sousa, 2002, Ludtke, et al., 2010, Silva, 1999).

According to Knowles et al. (1998), spraying is necessary in ambient temperatures between 10 and 30° C and with relative humidity lower than 80%. They do not recommend spraying in temperatures below 5° C, as this heightens heat loss and causes hypothermia in animals, which can lead to muscle shaking and an increase in DFD incidence.

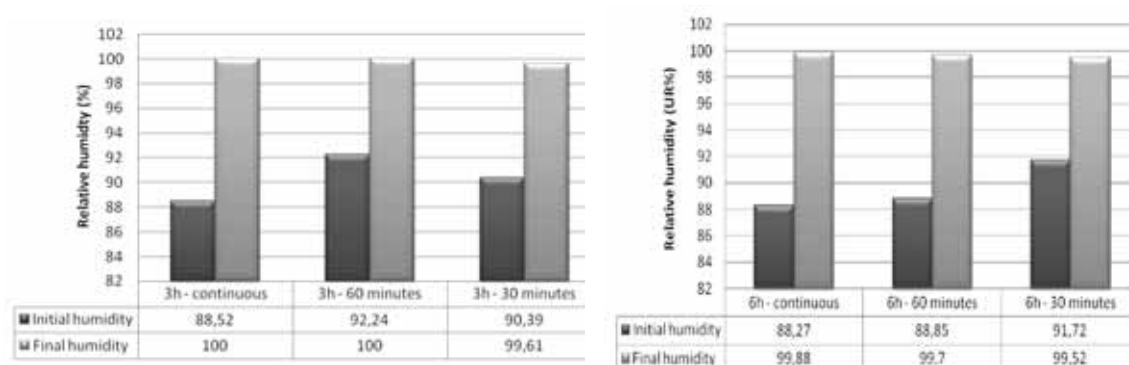


Figure 2. Average variation of relative humidity (RH%) in pens at different lairage periods and water spraying times.

Stress indicator, cortisol, lactate and CPK levels are described in Table 3. Cortisol levels in swine subjected to the six treatments did not show differences ($p \geq 0.05$), which allows us to state that despite different spraying periods pigs kept the same level of stress.

Table 3. Average values and standard error of stress indicators (cortisol, lactate and creatine kinase) of pigs subjected to different lairage periods and water spraying times.

Stress indicators	Lairage period (in hours)	Water spraying periods			Average
		Continuous	60 minutes	30 minutes	
Cortisol	3	8.03 ± 0.95	7.92 ± 0.68	6.89 ± 0.70	7.61 ± 0.45 ^{A*}
(µg/dL)	6	5.77 ± 1.00	6.89 ± 0.82	7.13 ± 0.82	6.60 ± 0.50 ^B
Lactate	3	6.89 ± 0.70	10.80 ± 0.60	11.00 ± 0.55	10.48 ± 0.35
(mg/dL)	6	10.68 ± 0.65	9.42 ± 0.77	10.43 ± 0.49	10.17 ± 0.37
CPK	3	3.69 ± 3.13	3.56 ± 2.79	3.59 ± 2.93	3.62 ± 2.75 ^A
(logUI/L)	6	3.59 ± 2.74	3.48 ± 2.67	3.62 ± 2.84	3.57 ± 2.52 ^B

* Different uppercase letters in the same column point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test.

There were differences ($p \leq 0.05$) when only lairage times were compared. The pigs subjected to a 3-hour lairage period had higher cortisol values (7.61 ± 0.45) in comparison with the animals subjected to 6-hour lairage (6.60 ± 0.50). However, both resemble minimum stress conditions found by Brown et al. (1998), who analysed cortisol levels of pigs slaughtered in minimum stress situations and found cortisol levels of $7.62 \mu\text{g/dL}$ and of $17.02 \mu\text{g/dL}$ under stressful conditions. Shaw and Trout (1995) found high values ($16.63 \mu\text{g/dL}$) for plasma cortisol in pigs that developed PSE meat.

Blood lactated of pigs exposed to spraying and lairage time treatments in lairage revealed values varying between 6.89 and 11 mg/dL, adjusting to the minimum stress conditions found by Warris et al. (1994) when they observed differences in lactate concentration in pigs slaughtered under stressful conditions at $139.8 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ and

minimum stress at 63.5 mg.100mL⁻¹. Later, Brown et al. (1998), Warriss et al. (1998a) and Stoier et al. (2001) also found differences when comparing conventional handling and handling with minimum stress. Gispert et al. (2000) measures lactate concentrations in pigs with high scores of skin damage and found that more damage equals greater lactate concentration. Nonetheless, there were no differences in damage values for pigs in the six treatments assessed.

Pigs' blood CPK values did not show differences ($p \geq 0.05$) between treatments and values varied between 3.48 and 3.69 log UI/L. Gispert et al. (2000) found CPK values between 3.7 and 3.9 log UI/L when conducting a research on pre-slaughter handling, meat quality and halothane gene frequency in pig carcasses in five Spanish slaughterhouses.

Meat quality parameters for *Longissimus dorsi* (LD) and *Semimembranosus* (SM) muscles of pigs subjected to different water spraying period are described in Tables 4 and 5, respectively. The average values for a* and b*, subjective colour, loss by exudation, PPC and FC of *Longissimus dorsi* (LD) and *Semimembranosus* (SM) muscles showed no differences ($p \geq 0.05$) between treatments. As a result, the proposed treatments applied to pigs did not diverge and kept the same effect on meat qualitative parameters.

Table 4. Average values and standard error of quality meat parameters in *Longissimus dorsi* (LD) muscles of pigs subjected to different lairage periods and water spraying times.

Qualitative parameters of LD muscle	Water spraying time	Water spraying period			Average
		Continuous ⁵	60 minutes	30 minutes	
pH _i	3	6.43 ± 0.03	6.39 ± 0.03	6.41 ± 0.03	6.41 ± 0.02
	6	6.46 ± 0.05 ^{ab*}	6.49 ± 0.05 ^a	6.40 ± 0.05 ^b	6.45 ± 0.03
pH _u ²	3	5.62 ± 0.05	5.59 ± 0.06	5.62 ± 0.06	5.61 ± 0.03 ^{B**}
	6	5.73 ± 0.03	5.76 ± 0.03	5.76 ± 0.02	5.75 ± 0.01 ^A
L* ⁴	3	41.43 ± 1.52 ^b	42.62 ± 1.43 ^a	42.50 ± 1.60 ^a	42.18 ± 0.84
	6	42.09 ± 1.07	41.62 ± 1.42	41.97 ± 1.42	41.90 ± 0.72
a*	3	4.26 ± 0.28	4.24 ± 0.18	4.15 ± 0.28	4.22 ± 0.14
	6	4.37 ± 0.21	4.11 ± 0.32	4.29 ± 0.34	4.25 ± 0.16
b*	3	-1.73 ± 0.20	-1.44 ± 0.32	-1.58 ± 0.24	-1.58 ± 0.14
	6	-1.95 ± 0.47	-1.90 ± 0.47	-1.86 ± 0.39	-1.90 ± 0.24
Subjective colour ⁵	3	4.09 ± 0.27	3.93 ± 0.26	3.82 ± 0.25	3.95 ± 0.14
	6	3.88 ± 0.23	3.86 ± 0.25	3.90 ± 0.23	3.88 ± 0.13
Loss of water by exudation	3	2.60 ± 0.28	3.10 ± 0.23	2.55 ± 0.28	2.75 ± 0.16 ^B
	6	3.18 ± 0.32	3.00 ± 0.42	3.62 ± 0.51	3.27 ± 0.24 ^A
PPC	3	31.47 ± 0.23	31.83 ± 0.31	31.98 ± 0.37	31.76 ± 0.18
	6	32.11 ± 0.47	32.02 ± 0.39	32.21 ± 0.37	32.12 ± 0.23
FC	3	8.45 ± 0.47	8.37 ± 0.42	8.05 ± 0.37	8.29 ± 0.24
	6	7.83 ± 0.43	8.45 ± 0.32	7.92 ± 0.38	8.07 ± 0.22

pH_i = initial pH measured 45 minutes post-mortem², pH_u = final pH measured 24 hours post-mortem. ⁵ "Pork Quality Standards" (PQS).* *

Different lowercase letters in the same line point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test between treatments under the same water spraying period. * Different uppercase letters in the same column point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test between treatment averages under different lairage times.

Table 5. Average values and standard error of meat quality parameters in *Semimembranosus* (SM) muscles of pigs subjected to different lairage periods and water spraying times.

Qualitative parameters of SM muscle	Water spraying time	Water spraying period			Average
		Continuous ⁵	60 minutes	30 minutes	
pH _i	3	6.43 ± 0.03	6.39 ± 0.03	6.40 ± 0.04	6.41 ± 0.02 ^{B*}
	6	6.43 ± 0.03	6.47 ± 0.05	6.49 ± 0.04	6.46 ± 0.02 ^A
pH _u ²	3	5.68 ± 0.05	5.64 ± 0.05	5.65 ± 0.06	5.65 ± 0.03 ^B
	6	5.78 ± 0.02	5.76 ± 0.03	5.79 ± 0.02	5.78 ± 0.01 ^A
L* ¹	3	42.85 ± 1.63	43.24 ± 1.39	43.29 ± 1.53	43.12 ± 0.83
	6	42.94 ± 1.27	42.58 ± 1.55	42.44 ± 1.47	42.65 ± 0.79
a*	3	5.88 ± 0.41	5.85 ± 0.26	5.86 ± 0.35	5.86 ± 0.19
	6	5.93 ± 0.31	5.94 ± 0.47	6.33 ± 0.49	6.07 ± 0.24
b*	3	-0.82 ± 0.21	-0.89 ± 0.19	-0.81 ± 0.38	-0.84 ± 0.15
	6	-1.19 ± 0.45	-1.21 ± 0.40	-1.08 ± 0.40	-1.16 ± 0.23
Subjective colour ²	3	4.04 ± 0.28	3.91 ± 0.25	3.77 ± 0.26	3.90 ± 0.15
	6	3.95 ± 0.24	3.86 ± 0.24	4.06 ± 0.21	3.96 ± 0.13
Loss of water by exudation	3	1.94 ± 0.17	2.13 ± 0.36	2.41 ± 0.11	2.16 ± 0.14
	6	2.53 ± 0.34	2.52 ± 0.48	2.74 ± 0.39	2.59 ± 0.22

pH_i = initial pH measured 45 minutes post-mortem², pH_u = final pH measured 24 hours post-mortem. ² "Pork Quality Standards" (PQS).

* Different uppercase letters in the same column point out to significant statistical differences ($p \leq 0.05$) by Student's T-test protected by the significance of global F-test between treatment averages under different lairage times.

Average pH values of LD muscles of pigs subjected to the 6-hour lairage and continuous spraying were similar to those of intermittent spraying, but these were different among themselves. However, the 6-hour lairage treatment and the 30-minute spraying treatment showed lower average pH values (6.40 ± 0.05). However, in the SM muscles of pigs subjected to the same treatment, there was no difference for this meat quality parameter,

obtaining average values ranging between 6.43 and 6.49. In the treatments where pigs stayed for three hours in lairage, there were no differences in pH values in LD and SM muscles.

There was a relationship between pH_1 and pH_u of LD and SM muscles in all treatments. The pH_u of both muscles was normal, varying between 5.59 and 5.79. Similar results were found by Warriss et al. (1998a), who, when analysing the quality of pig carcass and its stress indicator in some European countries (United Kingdom, Portugal, Denmark, Netherlands and Italy), found average pH values of 6.31 and 6.32 and pH_u of 5.59 and 5.59, in LD and SM muscles, respectively.

There are differences ($p \leq 0.05$) in general pH_u values for both pig muscles when only lairage period is analysed. On the other hand, LD and SM muscles showed the lowest pH_u values, 5.65 ± 0.03 and 5.61 ± 0.03 , respectively, when subjected to 3-hour lairage.

Authors Van der Wal et al. (1997) and Warris (2003) recommend 2 to 3 hours as ideal lairage time. Pigs that rested less than two hours had lower pH values when compared with long periods. This variation is related with glycogen reserves and the presence of acid lactic. Nanni Costa et al. (2002) confirmed this effect finding lower pH_1 and pH_u values for swine subjected to a lairage time below two hours.

As regards luminosity values (L^*), only LD muscles of pigs that stayed in continuous spraying pens and rested for 3 hours showed differences (41.43 ± 1.52). The remaining treatments were similar among themselves.

Generally, when considering the classification done by Correa et al. (2007) and Araújo (2009), the averages values found are consistent with meats rated as normal, that is, RFN (red, firm and non-exudative).

According to National Pork Producers Council (1999), the pattern of ideal subjective colour defines that values must be between 3 and 4, which represents rosy to reddish meat,

which allows us to affirm that LD and SM muscles of pigs subjected to two spraying periods and three spraying periods are located within this evaluation pattern.

Regarding water loss by exudation, it was evident that LD and SM muscles did not present differences ($p \geq 0.05$) among the treatments, but they did not present acceptable levels according to the quality levels suggested by the National Pork Producers Council (NPPC) in 1999 that established values lower than 2.5%. However, Beattie et al. (1999) reported average values ranging from 5.8 to 6.7% without referring to anomalies, in accordance to the values found in this study. VAN LAACK and KAUFFMAN (1999) considered losses of up to 4.2% to be acceptable in meat considered normal.

In summary, the results found differed from the consulted literature, which shows alterations in pork quality (KNOWLESS et al., 1998; WEDDING et al., 1993) upon evaluating water spraying effects on swine during their lairage period in slaughterhouses.

For example, Fraqueza et al. (1998), upon drawing a relationship between temperature effect and the incidence of PSE carcass, found that pigs under 20 to 35° C temperatures showed a significant increase in PSE meats and consequently a reduction in carcass with characteristics deemed normal. Santos et al. (1997) reported pigs subjected to high temperatures in lairage have a decreased ability in losing heat, which may interfere in muscle temperature post mortem and loss of pork quality. Honkavaara (1998) reported that temperatures and humidity from 15 to 18° C and 59% to 65%, respectively, are considered ideal to limit physical stress (levels of lactate in the blood) and to diminish the occurrence of PSE meat. However, in the present work, although environmental conditions have shown temperature and relative humidity of air from 20 to 21° C and 90% to 100%, respectively, meat quality parameters did not indicate a high incidence of meats with alterations suggestive of PSE.

Moreover, when the pig is stressed, there is a hormone imbalance originating from excessive activity of the hypothalamus-hypophysis-adrenal axis increasing the release of adrenergic and corticosteroid hormones, which interfere in the regulation of enzymes acting upon the degradation of phosphocreatine and glycogen. The accumulation of lactic acid and hydrogen ions causes pH to decline post mortem, which can affect end product quality (Warriss 1998b; D'Souza et al., 1998; Henckel et al., 2002). However, these indicators stayed within minimum stress levels (Warriss et al., 1994) and were similar in all treatments.

Based on stress physiological and meat quality parameters of pigs subjected to different times and water spraying periods, it is incoherent and unviable to have continuous water spray in lairage in the climatic conditions of Santa Catarina state, for the same benefits are delivered by intermittent spraying. Therefore, slaughterhouses must reassess the availability of water resources to this end in order to spend as little water as possible helping in the execution of economically viable practices and fostering the reduction of environmental problems around the slaughterhouse.

CONCLUSION

The continuous water spraying system is the least recommended for pigs in slaughterhouse lairage, as the results obtained from stress indicators and meat quality did not show advantages over those found in intermittent systems. Besides, more water is used, which is economically unviable and aggravates environmental problems around the slaughterhouse.

ETHICS AND BIOSECURITY COMMITTEE

Project approved by the Câmara de Ética em Experimentação Animal (Ethics Chamber in Animal Experimentation) (CEUA 115/2010) of the Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Veterinary and Animal Husbandry School) of São Paulo State University Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo.

REFERENCES

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 1995, 48p.
- ARAÚJO, A. P. **Manejo pré-abate e bem-estar dos suínos em frigoríficos brasileiros**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal, Saúde Pública e Segurança alimentar), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- BEATTIE, V. E. et al., The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 52, p. 205–221, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 711 de 01 de novembro de 1995 do Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília, DF; 1995. 100 p.
- BROWN, S. N. et al. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 257-265, 1998. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00146-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00146-0)>. Acesso em: 29 ago. 2012 doi:10.1016/S0309-1740(97)00146-0
- CORREA, J. A.; MÉTHOT, S.; FAUCITANO, L. A modified meat juice container (ez-driploss) procedure for a more reliable assessment of drip loss and related quality changes in pork meat. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 18, p. 67–77, 2007.
- DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suína**. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- D'SOUZA, D. N. et al. The effect of handling preslaughter and carcass processing rate post-slaughter on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 50, n. 4, p. 429-437, 1998.
- FAUCITANO, L.; GEVERINK, N. A. Effects of preslaughter handling on stress response and meat quality in pigs. In: SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. Welfare of pigs – from birth to slaughter. New York / The Netherlands: **Wageningen Academic Publishers**. cap. 06, p. 197-224, 2008
- FRAQUEZA, M. J. et al. Effects of lairage temperature and holding time on pig behaviour and carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Kindlington, v. 60, p. 317–330, 1998.
- GISPERT, M. et al. A survey on pré-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Kinlington, v. 55, p. 97-106, 2000.
- HENCKEL, P. et al. Metabolic conditions in porcine *longissimus muscle* immediately pre-slaughter and its influence on peri and post -mortem energy metabolism. **Meat Science**, Amsterdam, v. 62, p. 145-155, 2002
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 447-457, 1998. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)>. Acesso em 18 out. 2011 doi:10.1016/S0309-1740(98)00034-5
- HONIKEL, K. O. The water binding of meat. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 67, n. 9, p. 1098-1102, 1987.
- HONKAVAARA, M. Influence of lairage on blood composition of pig and on the development of PSE pork. **Journal Agriculture Science Finland**, v. 61, p. 433–440, 1998.
- INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. **Notation des hématomes sur couenne : porcs vivants ou carcasses**. Le Rheu; 1996, 45 p.

- JONES, T. A. Improved handling systems for pigs at slaughter. London: University in Royal Veterinary College, University of London, UK, 1999.
- LUDTKE, et al. Abate humanitário de suínos. Rio de Janeiro: WSPA, 2010, 128p.
- KNOWLES, T. G. et al. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. **Veterinary Record**, London, v. 143, p. 575-578, 1998.
- MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION. **Concern at rindside damage in pigs**. Milton Keynes, 1985. p. 14-16 (Meat and Marketing Technical note, 4).
- NANNI COSTA, L. et al. 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.
- NATIONAL PORK PRODUCERS COUNCIL. Color measurement on pork carcasses. Color Quality Meeting, Iowa State University, Ames, IA, 8. 1999.
- PANDORFI, H. **Comportamento bioclimático de matrizes suínas em gestação e o uso de sistemas inteligentes na caracterização do ambiente produtivo: suinocultura de precisão**. 119 f. (Tese de Doutorado em física do ambiente agrícola), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SANTOS, C. et al. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. **Meat Science**, Kindlington, v. 45, n. 2, p. 253-262, 1997.
- SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**: release 8.2. Cary, 2008. 1 (cd-rom).
- SHAW, F. D.; TROUT, G. R. Plasma and Muscle Cortisol Measurements as Indicators of Meat Quality and Stress in Pigs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 39, p. 237-246, 1995.
- SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999
- SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 117 p. Tese (Doutorado na Faculdade de Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- STOIER, S. et al. The effect of stress during lairage and stunning on muscle metabolism and drip loss in Danish pork. **Meat Science**, Kidlington, v. 59, p.127-131, 2001.
- VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; HULSEGG, B. Causes for Variation in Pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 46, p. 319-327, 1997.
- VAN DER WAL, P.G; ENGEL, B; REIMERT, H. G. M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 53, p. 101-106, 1999.
- VAN LAACK, R. L. J. M. ; KAUFFMAN, R. G. Glicolytic potential of read, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2971-2973, 1999
- WARRISS, P. D. Bienestar animal. In: **Ciencia de la carne**. España: Acribia, S.A. 2003, 309p.
- 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**, Amsterdam, v. 38, p. 329-340, 1994. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90121-X](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(94)90121-X)>. Acesso em 05 out. de 2012 doi:10.1016/0309-1740(94)90121-X
- WARRISS, P. D. et al. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 137-144, 1998a.
- WARRISS, P. D. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 66, p. 255-261, 1998b.
- WEEDING, C. M.; GUISE, H. J.; PENNY R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pig: the use of water sprays in lairage. **Animal Production**, Edinburg, v. 56, p. 393-397, 1993.

CAPÍTULO IV

Discussão Geral

Considerações Finais

Referências (Geral)

DISCUSSÃO GERAL

Dentre formas de estresse proporcionadas ao suíno durante o manejo que antecede o abate, o período de descanso destaca-se por promover a recuperação do estresse causado pelo embarque, desembarque e transporte. Para que este período seja ideal, o ambiente deve ser tranquilo, com boas condições ambientais e o tempo de permanência nessas baias deve ser controlado.

A proposta neste trabalho foi melhorar as condições ambientais nas baias de espera, visto que o uso da aspersão minimiza o estresse térmico, devido à formação de gotículas extremamente pequenas que asseguram uma evaporação mais rápida e uma sensação térmica melhor.

Entretanto, na avaliação da temperatura superficial dos suínos, verificou-se que o aumento do período de aspersão, promove diminuição da temperatura superficial, porém não afetou os indicadores de estresse nos suínos e os parâmetros qualitativos da carne de maneira geral, apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade.

Ao incorporar essas informações às análises comportamentais, verificou-se que houve aumento dos valores na categoria deitado aglomerado em todos os regimes de aspersão, entretanto no uso contínuo, os suínos ficaram mais inquietos, indicando dificuldade de habituarem-se quando comparado à aspersão intermitente, o que pode causar problemas no descanso desses animais. Assim, o regime de aspersão contínuo não apresentou vantagens nas condições climáticas apresentadas em Santa Catarina.

Outro fator importante é que o uso de aspersão intermitente facilita a intervenção dos funcionários para conduzir os suínos até a insensibilização, pois no momento do reinício da aspersão, os suínos são induzidos a se levantarem. Além disso, o sistema de aspersão contínuo apresentou níveis de estresse e qualidade da carne semelhantes aos regimes de aspersão intermitentes.

Destaca-se que o sistema de produção de suínos é considerado pelos órgãos de controle ambiental como uma atividade de degradação ambiental. Assim, para aliar estratégias que buscam o consumo sustentável e o bem-estar animal, os resultados obtidos indicam que há a possibilidade de redução do volume de água para minimizar o estresse térmico nas baias de espera sem afetar o comportamento, níveis de estresse dos suínos e a qualidade da carne.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições ambientais apresentadas em Santa Catarina, não se recomenda o sistema de aspersão contínuo, pois os índices de estresse e qualidade de carne não apresentaram vantagem sobre os sistemas intermitentes aplicados nos suínos nas baias de espera. Portanto, conclui-se que a aspersão durante o período de descanso pode ser realizada utilizando um volume de água menor, sem comprometer sua finalidade de minimizar o estresse térmico.

REFERÊNCIAS

AASLYNG, M. D.; BARTON-GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, Kidlington, v. 57, p. 87-92, 2001.

BERTOL, T. M. **Management and nutritional approaches to reducing glycolytic potential and stress responses in pigs**. 2003. 125 f. Thesis (Doctor) - University of Illinois at Urbana, Illinois, 2003.

BERTOL, T. M. Consequências do estresse pré-abate sobre a sobrevivência e a qualidade da carne suína. CONGRESSO BRASILEIRO DE MÉDICOS VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: ABARAVES, 2005. p. 202-208.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular nº 11, de 22 de julho de 2009 do Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - Suínos – retirada da ração e descanso regulamentar pré-abate. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 do Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, DF; 1952. 154 p.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BROWN, S. N. et al. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 257-265, 1998.

BROWN, S. N. et al. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. **Veterinary Record**, London, v. 145, p. 630-634, 1999.

CAVALCANTI, S. S. Estudo da natimortalidade em suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v.1, n.3, p.9-19, 1973.

CHANNON, H. A.; PAYNE, A. M.; WARNER, R. D. Halothane genotype pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. **Meat Science**, Amsterdam, v. 56, p. 291-299, 2000.

CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. p.152-169.

CULAU, P. O. V.; OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito do manejo pré-abate sobre a incidência de PSE e DFD em suínos. **Archives Latino American of Production Animal**, v. 1, n. 2, p.139-146, 1993.

CUNNINGHAM, J. G. O sistema nervoso autônomo e a medula adrenal In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 579p.

DALLA COSTA, O. A. **Efeitos do manejo pré-abate no bem-estar e na qualidade de carne de suína**. 160f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

DALLA COSTA, O. A. et al. Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a incidência de úlcera esofágica-gástrica. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.38, n.1, p.199-205, 2008.

DENG, Y. et al. Relationship between thermal denaturation of porcine muscle protein and water-holding capacity. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, p. 1642-1647, 2002.

EUROPA (O PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA). Versão Compilada do Tratado que Institui a Comunidade Européia. Protocolo (n.33) relativo à proteção e ao bem-estar dos animais (1997). Disponível em: <http://www.europa.eu.int/eurlex/lex/pt/treaties/dat/12002E/pdf/12002E_PT.pdf>. Acesso em 30 dez. 2009.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade da carne. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE

QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. p. 55-75.

FAUCITANO, L. et al. The effect of two handling and slaughter systems on skin damage, meat acidification and color in pigs. **Meat Science**, Kidlington, v. 50, p. 13-19, 1998.

FISHER, P.; MELLETT, F. D.; HOFFMAN, L. C. Halothane genotype and pork quality. 2. Cured meat products of tree halothane genotypes. **Meat Science**, Kinlington, v. 54, p.107-111, 2000.

FRAQUEZA, M. J. et al. Effects of lairage temperature and holding time on pig behaviour and carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Kindlington, v. 60, p. 317–330, 1998.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3.ed. Local: Ballière Tindall Reino Unido, 1990. 437 p.

GEESINK, G. H. et al. Short-term feeding strategies and pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 67, p. 1-6, 2004.

GEVERINK, N. A. et al. Responses of slaughter pigs to transport and lairage sounds. **Physiology Behavior**, v. 63, p. 667–673, 1998.

GISPERT, M. et al. A survey on pré-slaughter conditions, halothane gene frequency and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Kinlington, v. 55, p. 97-106, 2000.

GOLLNICK, P. D.; HERMANSEN, L. Biochemical adaptations to exercise: anaerobic metabolism. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, Indianápolis, v. 1, p. 1-43, 1973.

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

GRANDIN, T. Farm animal welfare during handling, transport, and slaughter. **Journal American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 24, n. 3, p. 372-376, 1994.

GRANDIN, T. A. 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.

GUÀRDIA, M. D. et al. Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. **Meat Foccus International**, Wallingford, v. 4, p. 362-366, 1996.

HAMBRECHT, E. **Critical pré and postslaughter factors em relation to pork quality**. 2004. 151 f. Thesis (Doctor) Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University. Wageningen, 2004.

HANNAS, M. I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: NUPEA, 1999. p. 1-33.

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, 1999. chap. 3, p. 39-61.

HEMSWORTH, P. H. Human-Livestock Interactions in livestock production. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 81, p. 185-198, 2003.

HENCKEL, P. et al. Metabolic conditions in porcine *longissimus muscle* immediately pre-slaughter and its influence on peri and *post-mortem* energy metabolism. **Meat Science**, Amsterdam, v. 62, p. 145-155, 2002.

HENDRICK, H. et al. **Principles of Meat Science**: Properties of fresh meat. 3.ed. Iowa: Kendall / Hunt Publishing Company, 1993. Chap. 6, p. 126-129.

HOMER, D. B.; MATTHEWS, K. R. A repeat national survey of muscle pH values in commercial pig carcasses. **Meat Science**, v. 49, p. 425- 433, 1998.

JONES, T. A. Improved handling systems for pigs at slaughter. London: University in Royal Veterinary College, University of London, UK, 1999.

JONGMAN, E. C., BARNETT, J. L., HEMSWORTH, P. H. The aversiveness of carbon dioxide stunning in pigs and a comparison of the CO₂ stunner crate vs. the V-restrainer. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 67, p. 67–76, 2000.

JOO, S. T. et al. The relationship of sarcoplasmatic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, Amsterdam, v. 52, p. 291-297, 1999.

KARLSSON, A., LUNDSTROM, K. Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. **Animal Production**, v. 54, p. 421–426, 1992.

KAUFFMANN, R. G. et al. The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**, Amsterdam, v. 34, p. 283-300, 1993.

KILGOUR, R. ; DALTON, S. *Livestock Behaviour*. London, Grana, 1984.

KNOWLES, T. G. et al. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. **Veterinary Record**, London, v. 143, p. 575-578, 1998.

KOOPMANS, S. J. J. et al. Diurnal rhythms in plasma cortisol, insulin, glucose, lactate and urea in pigs fed identical meals at 12-hourly intervals. **Physiology Behavior**, v. 84, p. 497-503, 2005.

LAMBOOIJ, E. W. et al. Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post-mortem muscle metabolites and pork quality characteristics. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, p. 855-862, 2004.

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

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.

LUDTKE, C. B. et al. Influência do estresse no manejo pré-abate na qualidade da carne suína. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO D JONES E SUINOCULTURA, 2.;

CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paulínia: Animal World, 2004, p. 279-280.

LUDTKE, C. B. et al. **Abate humanitário de suínos**. Rio de Janeiro: WSPA, 2010, 128p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: Ambiência na produção de aves em clima tropical. v. 1, p.31-87, 2001.

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem Estar dos Suínos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. 5. São Paulo, 2000, **Anais...** São Paulo: Gessuli, 2000. p. 70-82.

MARIA, G. A. et al. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. **Veterinary Record**, London, v. 26, p. 818-821, 2004.

MATTERI, R. L. et al. 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.

MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION. Rindside damage scale. reference 2031M 8/85. Milton Keynes, Bletchley: **Meat and Livestock Commission**, 1985.

MILLIGAN, S. D. et al. 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.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MORMÈDE, P. Assessment of pig welfare. In: **Welfare of pigs**. Wallingford: CABI Publishing, 1999, p. 1- 38.

MURRAY, A. C. Reducing losses from farm gate to packer. **Advances in Porks Production**, v. 11, p. 175- 180, 2000.

MURRAY, A. C.; ROBERTSON, W.; NATTRESS, F.; FORTIN, A. Effect of preslaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 89-97, 2001.

NANNI COSTA, L. et al. 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. et al. 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.

NATTRESS, F; MURRAY, A. C. Effect of antemortem feeding regimes on bacterial numbers in the stomachs and ceca of pigs. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 63, p. 1253-1257, 2000.

O'NEILL D. D. J. et al. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. **Meat Science**, Kidlington, v. 64, p. 105 -111, 2003.

OWEN, B. L. et al. Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, p. 221-229, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiente e qualidade de carne. In: CONGRESSO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS ABCZ, 5., 2002, Uberaba. **Anais...** Uberaba: L.A. Josahkian, 2002, p. 170-174.

PARANHOS DA COSTA, M. Comportamento e bem-estar de bovinos e suas relações com a produção de qualidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004 p.260-265.

PELOSO, J. V. Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, v.2. 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2002. p. 385-392.

PEREZ, M. P. et al. Effect of transport time on welfare and meat quality parameters in pigs. **Veterinary Record**, London, v. 33, p. 239-250, 2002.

ROBINSON, N. E. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002, 579p.

RODRIGUES, E. Conforto Térmico das Construções. Disponível em:
<<http://www.ufrrj.br/institutos/it/dau/profs/edmundo/Cap%EDtulo3-Homeotermia.pdf>>
Acesso em 08 abr.2010.

ROLLIN, Bernard E. Farm animal welfare : social, bioethical, and research issues. Ames : Iowa State University Press, 1995. 168 p.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality - review. **Meat Science**, Amsterdam, v. 64, p. 219-237, 2003.

SALLIER, P. Genetics of pork quality. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 1995. Campinas. **Anais...** Campinas: 1995. v. 1, p. 1-25.

SAS INSTITUTE. **System for Microsoft Windows**: release 8.2. Cary, 2008. 1 (cd-rom).

SHAW, F. D.; TROUT, G. R. Plasma and Muscle Cortisol Measurements as Indicators of Meat Quality and Stress in Pigs. **Meat Science**, Amsterdam, 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**, Amsterdam, v. 32, p. 311-329, 1992.

SPILSBURY, M. L. A. Etologia aplicada em los porcinos. In. MALDONADO, F A. G., TRUJILLO, A. O. **Etología aplicada**, 2003, chap. 8, p. 181 - 218, 2003.

SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, 1999.

SOUSA, P. **Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes suínas em gestação segundo as características do ambiente interno**. 117 p. Tese (Doutorado na Faculdade de Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

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

VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; HULSEGG, B. Causes for Variation in Pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 46, p. 319-327, 1997.

VAN DER WAL, P. G; ENGEL, B; REIMERT, H. G. M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 53, p. 101-106, 1999.

VAN LAACK, R. L. J. M.; KAUFFMAN, R. G. Glicolytic potential of read, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal Animal Science**, Champaign, v.77, p. 2971-2973, 1999.

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

WARNER, R. D.; KAUFFMANN, R. G.; GREASER, M. L. Muscle protein *post-mortem* in relation to pork quality traits. **Meat Science**, Amsterdam, v. 45, p. 339-352, 1997.

WARRISS, P. D. Bienestar animal. In: **Ciência de la carne**. España: Acribia, S.A. 2003, 309p.

WARRISS, P. D. et al. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, p. 137-144, 1998a.

WARRISS, P. D. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Penicuik, v. 66, p. 255-261, 1998b.

WARRISS, P. D. Guidelines for the handling of pigs ante-mortem. **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. Antemortem handling of pigs. In: Cole, D.J.A., WISEMAN, J. and VARLEY, M.A. **Principles of Pig Science**, Nottingham University Press: Loughborough, 1994, p. 425-432.

WHAN, I. The cost of pig meat quality faults: with special reference to pale, soft and exudative meat. **Report the Pig Research and Development Corporation**, Austrália, 1993.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis, 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 994p.