



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AMBIENTE TÉRMICO E BEM-ESTAR DE SUÍNOS NO
PERÍODO DE DESCANSO PRÉ-ABATE

RUBÉN ALEJANDRO OVELAR CENTURIÓN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Junho de 2012

Dourados-MS



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AMBIENTE TÉRMICO E BEM-ESTAR DE SUÍNOS NO
PERÍODO DE DESCANSO PRÉ-ABATE

RUBÉN ALEJANDRO OVELAR CENTURIÓN

ORIENTADORA: Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs
Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Junho de 2012

Dourados-MS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C397a	Centurión, Rubén Alejandro Ovelar. Ambiente térmico e bem-estar de suínos no período de descanso pré-abate. / Rúben Alejandro Ovelar Centurión. - Dourados, MS : 2012. 47f. Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Aspersão. 2. Conforto térmico. 3. Termografia infravermelha. I. Título. CDD – 636.4
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

“Ambiente térmico de bem-estar de suínos no período de descanso pré-abate”

por

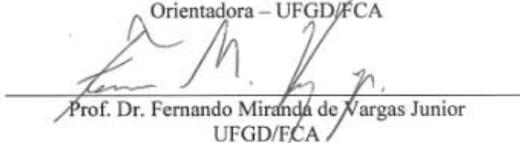
RUBEN ALEJANDRO OVELAR CENTURIÓN

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 14/06/2012



Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior
UFGD/FCA



Prof. Dr. Rodrigo Couto Santos
UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Dedico, com todo carinho, esse trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, especialmente aos meus pais e minha família e aos meus professores que foram meus conselheiros durante este período.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que atendeu minhas orações nos momentos de dificuldade, e me permitiu realizar um dos maiores sonhos da minha vida.

À Minha orientadora Profa. Dra. Fabiana Ribeiro Caldara, minha imensa gratidão pela oportunidade de trabalharmos juntos e compartilhar seu conhecimento para o desenvolvimento desta pesquisa.

Às minhas amadas filhas Teresita Dejesus e Analia Maria, sempre presentes nas minhas conquistas.

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Professor. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior que através do seu compromisso nos ofereceu um programa de qualidade. Ao secretário do PPGZ, Ronaldo Pasquim, pela sua dedicação e por nos atender sempre prontamente.

À UFGD, em particular, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por realizar meu sonho de ser mestre.

À Universidade Nacional de Concepción por proporcionar a oportunidade de aprimorar minha carreira.

Ao Prof. Walmes Marques Zeviani, do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná, pela ajuda com as análises estatística e ao Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno pelo auxílio, amizade sincera e incentivo nos momentos difíceis.

Ao amigo Prof. Aníbal Luciano Torres Gonzalez pelo auxílio na análise dos resultados.

Ao colega e irmão Rafael Cordone, por dedicar horas do seu tempo me ajudando neste trabalho.

E aos colegas da pós-graduação Marta Moi, Marília Carvalho Figueiredo Alves e Lesley Soares Bueno pela ajuda no experimento.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	03
CAPÍTULO 1	
1. REVISÃO DE LITERATURA	06
1.1 Bem-estar animal	06
1.2 Manejo pré-abate, bem estar animal e qualidade da carne.....	08
1.3 Ambiente Térmico na Produção de Suínos	10
1.4 Termografia Infravermelha	13
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 2	
AMBIENTE TÉRMICO E BEM-ESTAR DE SUÍNOS NO PERÍODO DE	
DESCANSO PRÉ-ABATE	
	22
RESUMO	23
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Temperatura do ar (Tar) (°C) e umidade relativa do ar (UR%) mensurados nas pocilgas durante o período de descanso pré-abate e índices de temperatura e umidade (ITU) calculados	30
Tabela 2. Correlações entre parâmetros fisiológicos de suínos submetidos a quatro horas de descanso pré-abate e parâmetros ambientais.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso e seleção dos pontos utilizados para determinação da temperatura superficial média dos animais. À esquerda pocilga do tratamento com aspersão de água e à direita pocilga do tratamento controle..... 28
- Figura 2.** Imagens termográficas dos suínos registradas no momento do descarregamento. (A) - pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média de suínos transportados no piso superior da carroceria do caminhão. (B) - pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média de suínos transportados no piso inferior da carroceria do caminhão..... 30
- Figura 3.** Imagens termográficas registradas na baia controle, sem aspersão de água, 30 minutos (esquerda) e 210 minutos (direita) após a chegada dos animais ao abatedouro..... 31
- Figura 4.** Valores observados e esperados de temperatura superficial dos suínos nas pocilgas de descanso em função da hora do dia..... 32
- Figura 5.** Curva da temperatura superficial dos animais ao longo do período de avaliação..... 32
- Figura 6.** Frequência respiratória de suínos submetidos a 240 minutos de descanso pré abate em pocilgas com sistema intermitente de aspersão de água e sem aspersão de água durante todo período (controle). 33
- Figura 7.** Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso, 60 minutos após a chegada dos animais ao abatedouro, aos 0, 5, 10 e 15 minutos após o acionamento dos aspersores (esquerda). Histograma da

temperatura superficial calculada com base na área demarcada na imagem (direita)..... 36

Figura 8. Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso, 180 minutos após a chegada dos animais ao abatedouro, aos 0, 5, 10, 15 e 25 minutos após o acionamento dos aspersores (esquerda). Histograma da temperatura superficial calculada com base na área demarcada na imagem (direita)..... 37

Figura 9. Média da temperatura superficial das diferentes regiões do corpo dos suínos. A – corpo. B – cabeça. C – patas. D – orelhas 39

Figura 10. Temperatura superficial do telhado da edificação onde estão alocadas as pocilgas de descanso, registradas entre 9:00 e 13:00 horas..... 40

RESUMO

CENTURIÓN, Rubén Alejandro Ovelar. **Ambiente térmico e bem-estar de suínos no período de descanso pré-abate**. 2012. 47f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2012.

A pesquisa teve como objetivo avaliar a relação entre o ambiente térmico das pocilgas de descanso em abatedouro de suínos e a temperatura superficial (TS) dos animais, bem como o efeito de sistemas intermitentes de aspersão de água sobre o conforto térmico dos mesmos. Foram realizadas duas visitas em abatedouro comercial, sendo em cada uma delas selecionadas três pocilgas de descanso, uma destinada ao tratamento controle (sem aspersão durante todo o período) e duas ao tratamento intermitente de aspersão de água (intervalos constantes de 30 minutos com aspersão seguida de 30 minutos sem aspersão). As avaliações foram iniciadas no momento do descarregamento no qual foram registradas imagens termográficas dos lotes utilizando-se uma câmera de termografia infravermelha. Após o alojamento nas pocilgas foram registradas as imagens termográficas dos animais e a frequência respiratória (FR) a cada cinco minutos por um período de quatro horas. Foram registradas a temperatura e umidade relativa do ar e calculado o índice de temperatura e umidade (ITU). Considerando-se os valores de ITU observou-se que os animais mantiveram-se em condição de conforto apenas no momento de sua chegada ao abatedouro. A TS e FR dos animais mantidos na baia sem sistema de aspersão (controle) apresentou elevação linear em função do horário do dia, ou seja, conforme o aumento da temperatura ambiente. No tratamento com aspersão intermitente de água observou-se comportamento senoidal da TS e FR, entretanto, as mesmas mantiveram-se sempre inferiores às do tratamento controle, mesmo nos momentos em que os aspersores de água encontravam-se desligados. O tempo de aspersão necessário para redução e estabilização da TS dos animais esteve condicionado ao binômio temperatura x umidade relativa do ar, sendo estimado em 25 minutos nos horários de maior ITU. Entretanto, a máxima temperatura ambiente durante as avaliações foi de 28,4°C, podendo assim haver necessidade de maior tempo de aspersão quando a temperatura do ar for superior a este valor.

Palavras chave: aspersão, conforto térmico, termografia infravermelha

ABSTRACT

CENTURIÓN, Rubén Alejandro Ovelar. **Thermal environment and welfare of pigs during pre-slaughter rest.** 2012. 47f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.

The research aimed to evaluate the relationship between the thermal environment of the rest in slaughterhouse pens of pigs and the surface temperature (ST) of the animals as well as the effect of intermittent systems water sprinkler on the thermal comfort of the same. There were two visits to slaughter industrial being in each selected three pens of rest, one for control treatment (no spray throughout the period) and two for the treatment of intermittent spraying water (30 minutes intervals with constant spray followed by 30 minutes then turned off). The evaluations were begun at the time of discharging in which are taken the thermographic images from lots using an infrared thermographic camera. After housing in the pens were registered the thermographic images and the respiratory frequency (RF) of animals every five minutes for a period of the four hours. Were evaluated the temperature and relative humidity and calculated from temperature and humidity index (THI). Considering the values of THI was observed that the animals remained in a condition of comfort only at the time of his arrival at the slaughterhouse. The ST and RF of the animals kept in the pens without sprinkler system (control) showed a linear increase in function of time of day, ie, with increasing temperature. The treatment with intermittent sprinkling of water was observed oscillatory behavior of the ST and RF, however it was always lower than the control treatment, even in times when the water sprinklers were turned off. The time required of spray to reduction and stabilization of the ST of the animals was limited to the combination of temperature and relative humidity, being estimated at 25 minutes at times of higher THI. However, the maximum temperature for the evaluation was 28.4 ° C and can therefore be necessary to spray much time when the air temperature is above this value.

Key words: spraying, thermal comfort, infrared thermography

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carne suína, entretanto, apresenta grandes perdas produtivas devido ao fato de que a maioria das instalações não possui recursos de climatização adequados, com limitada eficiência, seja por causa do custo de implementação e manutenção destes sistemas, ou do custo de energia. O clima do Brasil apresenta grande variação e tipologia, porém, sua maior área está na zona intertropical, entre o Equador e o trópico de Capricórnio, predispondo a ocorrência de verões com temperatura e umidade elevadas, elementos meteorológicos que podem influir na produtividade agropecuária (VALE, 2008).

Atualmente, não se pode admitir que a produção de suínos esteja alheia aos novos conceitos de bem-estar. Dessa forma, a ambiência agrega profissionais dos mais diferentes setores para que possam juntos, solucionar problemas de ocorrência diária na suinocultura moderna. Considerando que poucos países são tão dependentes das variações de tempo e do clima quanto o Brasil, por exemplo a Amazônia, quente e úmida contrasta-se com o Nordeste semi-árido e a sucessão das estações seca e chuvosa do Planalto Central distingue-se da quase regularidade das chuvas na região Sul; se torna fácil entender a importância do estudo da influência do clima sobre os animais, considerando-se não apenas a questão do bem-estar animal, mas também os efeitos que podem ocasionar na produtividade e na qualidade da carne (FERREIRA, 2000).

Com o avanço no sistema produtivo, tanto do ponto de vista genético quanto gerencial, a determinação de um ambiente adequado torna-se condição indispensável para que os animais possam expressar seu máximo desempenho produtivo, associado ao bem-estar. Nesse contexto, é necessário que se estabeleça adequadamente os manejos a serem adotados em todas as etapas dos processos de produção, utilizando-se, para tanto, dimensionamentos corretos de sistemas de acondicionamento térmico.

O manejo pré-abate é um processo complexo que inclui uma série de atividades envolvendo a preparação e o manejo dos animais para o transporte e abate, quais sejam: jejum na granja, embarque, transporte, desembarque, alojamento nas baias do frigorífico, período de descanso, atordoamento e abate. Se essas atividades não forem realizadas adequadamente podem ocorrer perdas quantitativas e qualitativas na carne. São muitos os potenciais agentes estressores envolvidos no manejo pré-abate, os quais

podem ocasionar alterações fisiológicas e metabólicas decorrentes do desconforto físico e/ou emocional (DALLA COSTA et al., 2009)

A interação homem-animal nos procedimentos do manejo pré-abate é uma situação estressante, uma vez que os animais são expostos a situações de medo, ruídos, cheiros desconhecidos, vibrações, mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiente e menor espaço social individual. A melhoria dos procedimentos durante esta etapa é necessária principalmente para atender às exigências do mercado consumidor e importador, que exigem produtos elaborados com base nos preceitos de segurança alimentar e que garantam as condições de bem-estar animal.

A dissertação encontra-se dividida em dois capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma breve revisão de literatura abordando aspectos relevantes sobre o bem-estar de suínos no período pré-abate bem como a utilização da termografia infravermelha para avaliações do conforto térmico animal. O Capítulo 2, intitulado **AMBIENTE TÉRMICO E BEM-ESTAR DE SUÍNOS NO PERÍODO DE DESCANSO PRÉ-ABATE**, apresenta-se de acordo com as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia e teve como objetivo avaliar a relação entre o ambiente térmico das pocilgas de descanso em abatedouro de suínos e a temperatura superficial dos animais, bem como o efeito de sistemas intermitentes de aspersão de água sobre o conforto térmico dos mesmos.

CAPÍTULO 1

1.REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Bem -estar animal

O termo bem-estar animal é definido por muitos autores de forma distinta. Para HURNIK (1992), o bem-estar animal é o "estado de harmonia entre o animal e seu ambiente, o qual está caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida do animal". BLOOD & STUDDER (1988) definem o bem-estar animal como a manutenção de normas apropriadas de alojamento, alimentação e cuidado geral, além do tratamento e prevenção das enfermidades. BROOM (1991) define o termo bem-estar referindo-se ao estado de um indivíduo em relação ao seu ambiente. Se o organismo falha ou tem dificuldade de se adaptar ao ambiente, isto é uma indicação de bem-estar insatisfatório. O sofrimento normalmente está relacionado com o bem-estar, mas falta de bem-estar não é, necessariamente, sinônimo de sofrimento. O sofrimento é um sentimento subjetivo negativo desagradável que deve ser reconhecido e prevenido sempre que possível. Entretanto, apesar de existirem muitas formas de se medir ferimentos, doenças e tentativas fisiológicas e comportamentais de adaptação ao ambiente, poucos estudos relatam informações sobre os sentimentos dos animais. Informações a respeito dos sentimentos podem ser obtidas através de estudos de preferência; entretanto, devem ser complementadas com as outras informações de bem-estar mencionadas acima. Como já mencionado, os sentimentos são aspectos da biologia de um indivíduo que devem ter evoluído para auxiliar o indivíduo a sobreviver (BROOM, 1998),

Para MEUNIER-SALAÜN & DANTZER (1990) o bem-estar é "o estado de perfeita saúde mental e física que possui cada animal quando se encontra em harmonia com o médio ambiente"; se isto não acontece se produz um desequilíbrio que provocará estresse, o qual se muito intenso ocasionará nos animais um estado de alarme e que quando mantido por muito tempo se converte em crônico e ocasiona a aparição de condutas anormais as quais vão afetar a saúde dos animais e, por conseguinte, sua produção.

O bem-estar animal compreende dois aspectos fundamentais: o bem-estar físico e o bem-estar psicológico, sendo que ambos normalmente coexistem. O bem-estar físico se manifesta através de um bom estado de saúde, e o bem-estar psicológico reflete o

comportamento, ou seja, a ausência de comportamentos anormais (FRASER & BROOM, 1990).

Portanto, considera-se que o bem-estar é ausência de sofrimento, temor, dor, frustração e esgotamento. Por este motivo se faz necessário estudar a forma em que o animal recebe as emoções que surgem do meio que o rodeia e de que forma são analisadas pelo mesmo. Para isto, deve-se ter em conta que as possibilidades de adaptação dos animais não são ilimitadas, por isto é necessário conhecer qual é o mínimo de bem-estar que o animal requer para viver e produzir de forma adequada.

Desde a década de 70, os cientistas vêm tentando definir ou conceituar o bem-estar dos animais. Da mesma forma, os filósofos têm tentado articular uma ética, referindo-se com frequência às necessidades e interesses dos animais (FRASER, 1999). No entanto, a crescente convergência das abordagens científica e filosófica pode levar a um campo de estudo mais integrado e à compreensão de que apenas a informação empírica ou a reflexão filosófica não podem esclarecer nossa relação com animais de outras espécies. Segundo FRASER (1999), a maioria das tentativas dos cientistas de conceituar o bem-estar animal resume-se em três questões principais:

- a) Devem sentir-se bem e não serem submetidos ao medo, à dor ou estados desagradáveis de forma intensa ou prolongada;
- b) Devem funcionar bem, no sentido de saúde, crescimento e funcionamento comportamental e fisiológico normal;
- c) Devem levar vidas naturais.

A definição de bem-estar mais utilizada atualmente foi estabelecida pela FAWC (Farm Animal Welfare Council) (citado por CHEVILLON, 2000), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais:

1. A liberdade fisiológica (ausência de fome e de sede),
2. A liberdade ambiental (edificações adaptadas),
3. A liberdade sanitária (ausência de doenças e de fraturas),
4. A liberdade comportamental (possibilidade de exprimir comportamentos normais),
5. A liberdade psicológica (ausência de medo e de ansiedade).

A pressão pública com relação ao bem-estar dos animais de produção é de grande importância nos países europeus. Leis sobre instalações, transporte e abate são rigorosas em toda Europa e seguem recomendações do conselho europeu. Dentre as

recomendações existem proibições de instalações que reduzem o espaço físico dos animais. Outros países são afetados por essas leis em função das restrições de importações impostas pelos países europeus no que diz respeito ao bem estar animal.

Muitas são as manifestações em prol do bem-estar animal e nota-se que as empresas estão investindo bem mais em qualidade de vida para o seu produto vivo. O bem-estar do animal para o pré-abate começa com 24 horas de antecedência e com esse cuidado o produtor pode evitar grandes prejuízos e o consumidor se beneficiar com a melhor qualidade da carne (ANDERSEN et al., 2005)

1.2 Manejo pré-abate, bem estar animal e qualidade da carne

Em vários países importadores de carne brasileira, a questão do bem-estar animal vem se tornando uma preocupação crescente, e a sociedade tem demandado um número cada vez maior de resoluções que melhorem a qualidade de vida dos animais, obrigando os produtores e frigoríficos a realizarem investimentos em instalações e equipamentos. Embora não haja uma previsão segura sobre as tendências nas regras do mercado internacional no que diz respeito a restrições comerciais, as pressões de grupos pró-bem-estar podem se tornar cada vez mais intensas visando denegrir a imagem de estabelecimentos comerciais que vendem carnes importadas de países onde supostamente os animais são criados em condições percebidas como desumanas.

A preocupação com o bem-estar dos animais nos momentos que antecedem o abate contribui também para a formação do conceito e da imagem do produto no mercado, sendo este importante fator de produção para os consumidores, geralmente associado à questão da segurança alimentar e da preservação do meio ambiente (DEN OUDEN, 1997).

O manejo pré-abate é um processo complexo que inclui uma série de operações sequenciais, envolvendo o preparo dos animais na granja, o manejo durante o transporte e as condições de abate (jejum na granja, embarque, transporte, desembarque, alojamento nas baias do frigorífico, período de descanso, atordoamento e abate). Muitos são os agentes estressores envolvidos no manejo pré-abate, ocasionando alterações metabólicas geradas como reação ao desconforto físico e emocional (BERTOLONI & SILVEIRA, 2003; PÉREZ et al., 2002; LUDTKE, 2004). O bem-estar dos suínos nesta fase da produção pode ser acessado, usando-se um conjunto de medidas

comportamentais, fisiológicas, bioquímicas, patológicas e parâmetros relacionados à qualidade das carcaças e da carne.

Como exemplo de resposta fisiológica ao estresse pode-se citar a mensuração de determinados hormônios e metabólitos na circulação sanguínea. Níveis normais de lactato no soro sanguíneo de suínos submetidos a reduzido estresse pré-abate foram observados por HAMBRECHT et al. (2005) (11,9 a 15,6 mmol L⁻¹). Entretanto, sob condições de estresse, esses valores duplicaram.

As atividades que antecedem o abate dos suínos são muito importantes dentro do ciclo de produção, pois além de comprometer o bem-estar dos animais podem afetar a qualidade da carne, que é o resultado líquido dos efeitos de longo prazo (genética, nutrição e sanidade) e de curto prazo, como o manejo pré-abate (WARRIS, 2000).

A falta de bem-estar animal compromete de forma substancial a qualidade da carne, gerando para os frigoríficos, carcaças escoriadas, fraturadas, arranhadas e que podem conter carne de qualidade inferior, ou seja, pálida, mole e exudativa (PSE), carne dura, seca e escura (DFD) e outros tipos de perdas.

Durante o período do manejo pré-abate pouco pode ser feito para alterar a quantidade de carne na carcaça dos suínos, mas muito pode e deve ser feito para evitar perdas na qualidade da carne. Nesta etapa da produção, o jejum pré-abate (BROWN et al., 1999) a mistura de lotes (WARRISS, 1996), o período de descanso no frigorífico (AASLYNG & BARTON, 2001; KÖHLER., 2001 PÉREZ et al., 2002) e a forma de manejo dos animais (BERTOL, 2003; HAMBRECHT, 2004; LAMBOOIJ et al., 2004; LUDTKE et al., 2004) podem influenciar a qualidade da carne suína.

O período de descanso no frigorífico é uma importante prática de manejo que tem sido utilizada para possibilitar a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido durante o transporte. Além disso, este período auxilia na manutenção da velocidade constante da linha de abate. Do ponto de vista metabólico, torna-se necessário a metabolização hepática do excesso de ácido láctico acumulado nos músculos e restabelecimento do equilíbrio homeostático sanguíneo que, somente pode ser alcançado, com a adoção de períodos de descanso adequados. Para tanto, é usual deixar os animais em repouso nas baias do frigorífico de 2 a 3 horas, tempo necessário para a recuperação das reservas de glicogênio, o que possibilita a produção de carcaças de boa qualidade baseado em avaliações de pH, cor e perda de água (WARRISS et al.,

1998). Entretanto, o benefício de dar aos suínos um tempo de descanso entre o transporte e o abate pode ser perdido se os animais forem sujeitos ao mau manuseio e condições ambientais estressantes (temperatura, umidade relativa do ar e ruídos) na área de espera.

Sabe-se que um dos grandes problemas dos suínos adultos é sua dificuldade em dissipar calor, o que se agrava em situações de estresse, como àquelas as quais os animais são submetidos durante as etapas de manejo pré-abate. Deste modo, é importante que algumas medidas sejam adotadas para minimizar os efeitos do estresse por calor durante estas etapas.

Em temperaturas ambientais próximas do limite máximo da zona termoneutra (30°C) e com alta umidade (85% UR), os suínos têm maior dificuldade de perder calor. Como resultado, deitam-se rapidamente, mantendo uma distância relativamente grande entre indivíduos e aumentando a frequência respiratória (SANTOS et al., 1997). Extremos de temperatura e umidade podem ser evitados pelo controle da ventilação, da temperatura do ar e com aspersão de água.

Estudos têm avaliado o impacto da duração do período de descanso em variáveis de interesse relacionadas à qualidade da carne suína. Entretanto, não há pesquisas avaliando o impacto do manejo durante o período de descanso sobre o bem-estar e parâmetros fisiológicos de suínos, o que além de influenciar sobremaneira a qualidade do produto final, pode ser um fator limitante à expansão do mercado brasileiro no cenário internacional. (BENCH et al., 2008).

1.3 Ambiente Térmico na Produção de Suínos

Um dos maiores desafios da suinocultura moderna está relacionado à exploração do máximo potencial genético do animal, tanto no aspecto produtivo quanto no reprodutivo. Durante muitos anos, a busca da máxima eficiência na produção animal esteve voltada às necessidades de manejo, sanidade, genética e nutrição. Atualmente, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados pelos fatores ambientais e pelo ambiente térmico ao qual os animais são submetidos.

Os suínos são animais homeotérmicos, isto é, mantêm a temperatura corporal dentro de certos limites, independente da variação da temperatura ambiente. Em geral, a

temperatura normal média nos suínos situa-se entre 38, e 39,9°C, quando medida no reto, apresentando variações dentro das diferentes categorias.

A regulação da temperatura corporal é realizada quase totalmente por mecanismos de “feedback” que 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 quente ou fria, eles desencadeiam procedimentos apropriados para aumentar ou diminuir a temperatura corporal (SOUSA, 2005).

Os suínos possuem poucas glândulas sudoríparas na pele e são, portanto menos eficientes na resposta ao estresse pelo calor em relação às outras espécies. A principal forma de perda de calor nesta espécie é evaporativa por meio do aumento da taxa respiratória, ou seja, do aumento dos movimentos respiratórios por minuto (polipnéia), que consiste em um maior volume de ar passando pelas vias aéreas (PEREIRA, 2005).

Quando os suínos são expostos a temperaturas adversas, eles ficam estressados não só pela alteração da temperatura corporal, como também pela complexidade dos processos dissipadores e geradores de calor, que são processos metabólicos que requerem energia, nos quais a evaporação da umidade do aparelho respiratório é o mecanismo primário utilizado pelos animais para dissipar o excesso de calor corporal em um ambiente quente (CESAR & SUWA, 2010).

Avaliando os parâmetros fisiológicos de suínos em situações de conforto (22°C) e de estresse térmico (32°C), concluíram que os animais sob estresse térmico apresentaram valores das temperaturas superficiais (nuca, paleta e pernil) aproximadamente 9,5% superiores aos animais submetidos ao conforto térmico (MANNO et al. 2006).

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 ambiente, abaixo ou acima dos quais os animais precisam ganhar ou perder calor para manter sua temperatura corporal constante. Cada fase de criação dos suínos possui uma faixa de temperatura de conforto, onde não há nenhuma atividade metabólica para aquecer ou esfriar o animal. Para animais próximos ao peso de abate,

em torno de 100 kg, a temperatura ambiente ideal encontra-se entre 12 a 18°C (SILVA, 1999), sendo esta facilmente ultrapassada em condições de clima tropical.

Fatores meteorológicos influenciam o organismo animal, mediante o fluxo de energia que ele absorve ou emite. Assim, o animal porta-se como um sistema termodinâmico que, continuamente, troca energia com o ambiente. A quantidade de energia calórica que chega a um organismo caracteriza a interação direta do animal com o meio. Neste processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, o que influencia a quantidade de energia trocada entre ambos, havendo, então, necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (FERREIRA, 2000).

Portanto, considerando-se que em regiões tropicais, a temperatura e a umidade do ar são dois dos principais fatores ambientais que afetam o conforto térmico de suínos, sendo limitações para uma ótima produção (FURLAN, 2006), justifica-se a especial atenção para os itens que levam ao conforto. Os fatores externos e o interno (microclima) das instalações exercem efeitos diretos e indiretos sobre os suínos em todas as fases de produção e acarretam redução na produtividade, com consequentes prejuízos econômicos na exploração suinícola, inclusive nas etapas imediatamente anteriores ao abate, podendo acarretar prejuízos quanto à qualidade da carne.

O estresse térmico é a maior causa de perdas produtivas em países de clima quente, podendo ser minimizado com o uso correto de processos e equipamentos, que visem mitigar o problema (LIN et al., 2006; BARBARI et al., 2007). As instalações zootécnicas devem visar o controle dos fatores climáticos que levam ao conforto térmico.

Basicamente a climatização de ambientes, por meios artificiais, ocorre por aspersão de água na cobertura ou nos animais, ventilação forçada ou nebulização, associados ou não uns aos outros (MARTELLO et al., 2004). A ventilação auxilia na dissipação de calor, podendo promover o resfriamento por convecção, isto é, troca do ar mais quente existente ao redor do animal, servindo também para movimentar e eliminar partículas de aerossóis poluentes suspensos no ar (BARCELLOS et al., 2008; SOUSA, 2002). Com o uso de ventiladores associados à nebulizadores ocorre a produção de uma névoa de água que se evapora com o fluxo de ar originado pelo ventilador, não molhando o chão (SOUSA, 2002).

CARVALHO et al. (2004) estudando a utilização da nebulização e ventilação forçada em suínos na fase de terminação, verificaram melhora no conforto (temperatura da pele) dos animais. Tais autores observaram melhor comportamento social, maior tranquilidade e quase nenhuma competição nos bebedouros e comedouros coletivos, nos horários mais quentes do dia.

Para BORTOLOZZO et al. (1997) e HANNAS (1999) a utilização de recursos de resfriamento auxiliam a termorregulação animal e reduzem os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas das matrizes suínas e conforme ROMANINI et al. (2002) refletem positivamente nas respostas produtivas de leitões.

Na literatura se encontram dados que indicam que, a associação de outros fatores estressores, como aqueles que ocorrem no período pré-abate, com o estresse térmico, contribuem significativamente para mudanças fisiológicas significativas nos animais (KETTLEWELL et al., 1993; SAVENIJE et al., 2002).

1.4 Termografia infravermelha

A Termografia é uma técnica que utiliza medição da energia de radiação dos corpos no campo dos raios infravermelhos, para mensurar ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperaturas através da troca ou perda de calor de um componente, com o objetivo de propiciar a formação de imagens térmicas (EDDY et al., 2001; VAN HOOGMOED & SNYDER, 2002). A medição pode ser aplicada em qualquer sistema, objeto ou processo onde há uma troca térmica com o meio ou uma distribuição de temperatura. O raio infravermelho é a luz que não é visível ao olho humano porque seu comprimento de onda é longo demais para ser detectado, é a parte do espectro eletromagnético que nós percebemos como calor. A técnica torna possível a conversão desta energia de radiação, ou seja, desta luz não visível ao olho humano, em imagens visíveis (NANNI COSTA et al., 2007)

Todo corpo irradia energia eletromagnética em forma de calor, em maior ou menor intensidade (EDDY et al., 2001). Esta energia é irradiada em espectros que produzem varias tonalidades de cores de acordo com o seu comprimento de onda. Então, cada faixa de temperatura gera um determinado comprimento de onda, ao qual corresponde uma tonalidade de cor que pode ser representada em uma escala cromática

que varia de acordo com as diferentes faixas de temperatura do objeto em observação (KNÍZKOVÁ et al., 2007).

Este espectro de cores pode ser visualizado em uma escala monocromática ou policromática. Em ambas as escalas a cor preta se associará à faixa mais fria do espectro, e a cor branca se associará à faixa mais quente. Alguns programas de computador utilizados para adquirir e editar as imagens térmicas capturadas permite uma variação na escala de cor desejada, desta maneira busca-se um equilíbrio de variações e tonalidades de cores que permitem que as imagens possam ser melhores interpretadas e analisadas.

A quantidade de radiação emitida por um objeto aumenta com o aumento da temperatura, comparando a intensidade de radiação proveniente do corpo observado e de uma referência de temperatura observada por termovisores (EDDY et al., 2001). Objetos mais “quentes” tendem a se destacar em um meio que se encontra mais “frio”, desta maneira, por exemplo, animais, seres humanos ou objetos que sofreram uma troca de calor tornam-se mais facilmente visíveis, quer seja dia ou noite. Apresenta-se como uma técnica de inspeção extremamente útil, uma vez que permite realizar medições sem contato físico (segurança) e inspecionar grandes superfícies em pouco tempo (alto rendimento). É largamente utilizado na indústria, policiamento ostensivo, investigações forenses nas áreas da mecânica, elétrica, civil, sistemas estruturais, militar, busca e salvamento, ciências médicas e veterinárias.

Embora a utilização da termografia seja relativamente recente na produção animal, esta técnica foi utilizada pelas forças armadas de alguns países há vários anos. Ela permite medir o calor emitido por navios, aviões, tanques e perceber se estes foram utilizados há pouco tempo ou se estão prestes a partir. O seu princípio de atuação se baseia em que todo ser vivo emite raios infravermelhos e estes podem aumentar ou diminuir em diferentes circunstâncias. Na termografia o corpo todo do animal é explorado observando-se imagens que variam nos tons do vermelho ao verde, tons de azul, de branco e de amarelo. O branco representa as zonas de maior temperatura, o azul as áreas mais frias. As modificações de temperatura de certas zonas do organismo estão diretamente ligadas à irrigação sanguínea. Um tecido lesionado, por exemplo, está mais fortemente irrigado do que um normal, pois há uma inflamação aguda presente no local.

A aplicação da técnica de utilização de imagens termográficas é um bom método para ajudar nos estudos de termorregulação (KNIZKOVA et al., 2007) pois, conforme citam YAHAV et al. (2004) a quantificação mais precisa da temperatura superficial dos animais é de fundamental importância para a estimativa do ambiente térmico de manejo. Para CANGAR et al. (2008), quanto mais precisa a estimativa de transferência de calor, melhor concepção de eficiência energética do animal.

Sabe-se que animais em estresse possuem metabolismo acelerado, como forma de retornar à situação de conforto. As reações bioquímicas que envolvem a tentativa de retomada de homeostasia produzem calor, o que pode ser detectado por meio de câmeras termográficas. Esta metodologia está amplamente divulgada em outras espécies e pode ser adequada a suínos (MCCAFFERTY et al., 1998; EDDY et al., 2001; PHILLIPS & HEATH, 2001; BOUZIDA et al., 2009).

Pesquisas a respeito do ambiente térmico dentro de instalações, ou ainda, como a edificação interage termicamente com o ambiente externo e o clima local, têm sido desenvolvidas usando a caracterização detalhada de imagens termográficas (WISNIEWSKI et al., 2000; KOWALEWSKI, 2001). O fluxo de calor trocado pela envoltória da instalação pode ser estimado para prever as cargas térmicas que ocorrem na instalação, para auxiliar no dimensionamento de sistemas de aquecimento ou arrefecimento, investigar formas de melhorar o controle das perdas e prever como o ambiente térmico interno pode afetar o animal alojado.

1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASLYNG, D. M.; BARTON GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, v. 57, p. 87-92, 2001
- ANDERSEN, H. J.; OKSBJERG, N.; THERKILDSEN, M. Potential quality control tools in the production of fresh pork, beef and lamb demanded by the European society. *Livestock Production Science*, 2005, vol. 94, p. 105–124.
- BARBARI, M.; BIANCHI, M.; GUERRI, F.S. Preliminary analysis of different cooling systems of sows in farrowing room. **Journal of Agricultural Engineering**, v.1, p.9-15, 2007.

BARCELLOS, D.E.S.N.; BOROWSKI, S.M.; GHELLER, N.B.; SANI, M.; MORES, J.M. Relação entre ambiente, manejo, e doenças respiratórias em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p 87-93, 2008.

BENCH, C. et al. The welfare of pigs during transport. In: SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. **Welfare of pigs – from birth to slaughter**. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. Cap.06, p.161-187.

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

BERTOLONI, W.; SILVEIRA, E.T.F. The influence of genetic background and stunning systems on welfare and meat quality of Brazilian swine. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49. BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2., 2003, Campinas, SP, Brasil. **Anais...** São Paulo: Instituto de tecnologia de Alimentos, 2003. p.365-366.

BLOOD, D.C.; STUDDERT, V.P. **Baillière's Comprehensive Veterinary Dictionary**, p.1002. Baillière Tindall, London, UK, 1988.

BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I.; BRANDT, G.; NOBRE JR., A. Influência da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutiva em fêmeas suínas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. P.281-282.

BROOM, D.M. Stress, welfare and the evolution of feelings. *Advances in the study of behaviour*, San Diego, v.27, p.371-403, 1998.

BOUZIDA N.; BENDADA A.; XAVIER P. MALDAGUE. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, v.34, p.120–126, 2009.

BROOM, D.M. Assessing welfare and suffering. **Behavioural Processes**, Shannon, v.25, p.117-123, 1991.

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.

CANGAR, Ö.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Spatial distribution of surface temperatures and heat loss in broiler chickens. In: **Livestock Environment VIII**, Iguassu Falls, Brazil. ASABE. 8p, 2008.

CARVALHO, L.E.; OLIVEIRA, S.M.P.; TURCO, S.H.N. Utilização da nebulização e ventilação forçada sobre o desempenho e a temperatura da pele de suínos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1486-1494, 2004.

CÉSAR, J.; SUWA, U. **Importância da bioclimatologia na suinocultura**. Universidade federal do Amazonas. Abril de 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/importancia-da-bioclimatologia-para-a-suinocultura-doc-a48324.html>> Acesso em: 02/07/2010.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COLDEBELLA, J.D.K.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; PELOSOS, J.V.; DALLA ROZA, D. Efeito do manejo pré-abate sobre alguns parâmetros fisiológicos em fêmeas suínas pesadas. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.852-858, 2009.

CHEVILLON, P. **O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento**. I CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2000. EMBRAPA. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2011

DEN OUDEN. M. Economic optimization of pork production-marketing chains: I Model input on animal welfare and costs. **Livestock Production Science**, v. 48, p. 23-37, 1997.

EDDY, A.L.; VAN HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Review: The Role of Thermography in the Management of Equine Lameness. **The Veterinary Journal**, v.162, p.172-181, 2001.

- FERREIRA, R.A. **Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos**. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Memorias2000/1_RonyFerreira.pdf
Acesso em: 02/07/2010.
- FRASER, A.; BROOM, D. **Farm animal behaviour and welfare**. London, Baillière Trindal. Cap. 3: Experience, learning and behaviour development, 1990. 437p.
- FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. **Applied Animal Behaviour Science**, v.65, p.171-189, 1999.
- FURLAN, R.L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte**. In. VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. Chapecó, SC. 2006. p.104-135. Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn6l70p1l&area=41>>. Acesso em: 12/12/2006.
- HAMBRECHT, E. **Critical pré and postslaughter factors em relation to pork quality**. 2004.151f. Thesis (Doctor), Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen, Wageningen University, 2004.
- HAMBRECHT, E. et al. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.83, p.440-448, 2005.
- HANNAS,M.I. **Aspectos Fisiológicos e a produção de suínos em climas quentes**. In: Silva, I.J.O (ORG) AMBIENCIA Y QUALIDADE NA PRODUCAO DE SUINOS. Piracicaba: FEALQ, 1999.p. 1-33
- HURNIK, J. F. **Behaviour**. In: PHILLIPS, C., PIGGINS, D. (Ed.). Farm animals and the environment. Wallingfong: CAB International, 1992, cap. 13, p. 235-244.
- KETTLEWELL, P.; MITCHELL, M.M.; MEEHAN, A. The distribution of thermal loads within poultry transport vehicles. **Agricultural Engineering**, v.48, p.26-30, 1993.
- KNÍZKOVÁ, I.; KUNC, P.; GÜRDIL, G.A.K.; PINAR, Y.; SELVI, K.C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of Faculty of Agriculture**, v.22, n.3, p.329-336, 2007.

- KÖHLER, R.G. **Estudo da redução do tempo de permanência na pocilga do frigorífico sobre a qualidade da carne suína**. 2001. 77p. Tese (Mestre Tecnologia de Alimentos-Setor de Tecnologia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- KOWALEWSKI, T.A. Particle Image Velocimetry and Thermometry using Liquid Crystal Tracers. **Proceedings...** 4th International Symposium on Particle Image Velocimetry, Göttingen, Germany, 2001, PIV'01 Paper 1134.
- LAMBOOIJ, E. W; HULSEGGE, B.; KLONT, R. E.; WINKELMAN-GOEDHART, H. A.; REIMERT, H. G. M.; KRANEN, R.W. Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post mortem muscle metabolites and pork quality characteristics. **Meat Science**, v.66, p.855-862, 2004.
- LIN, H.; HAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **Poultry Science**, v.65. p.71-95. 2006.
- LUDTKE, C.B.; SILVEIRA, E.T.; BERTOLONI, W.; ANDRADE, J.C.; GONZÁLEZ, C E.H.; BESSA, L.R.; SOARES, G.J.D. Avaliação da influência do transporte no bem-estar e qualidade da carne suína. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2.; CONGRESSO DE SUINOCULTURA DO MERCOSUL, 4., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Paulínia: Animalword, 2004. p. 279-280.
- MANNO, M.C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.
- MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; PINHEIRO, M. G.; SAULO, L.S.; ROMA JÚNIOR, L.C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, 2004.
- McCAFFERTY D.J.; MONCRIEFF J. B.; TAYLOR I. R.; BODDIE, G. F. The use of IR thermography to measure the radiative temperature and heat loss of a barn owl (*tyto alba*). **Journal of Thermal Biology**, v.23, n.5, p.311-318, 1998.
- MEUNIER-SALAÜN, M.C., DANTZER, R. **Pig News and Information**, v.11, n.4, p.507-514, 1990.
- NANNI COSTA, L., TASSONE, F., RIGETTI, R., MELOTTI, L., COMELLINI, M. Effect of farm floor type on the behaviour of heavy pigs during pre-slaughter handling. **Veterinary Research Communications**. v.31 (Suppl. 1), p.397-399, 2007.

PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.196p.

PÉREZ, M.P. ; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; DEL ACEÑA, M.C.; CHACÓN, G.; VERDE, M.T.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, M.P.; GASCÓN, M.; GARCÍA-BELENGUER, S. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. **Veterinary Record**, v.33, p.239-250, 2002.

PHILLIPS P.K.; HEATH J.E. An infrared thermographic study of surface temperature in the eutheric woodchuck (*Marmota monax*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, Molecular & Integrative Physiology**, v.129, n.2-3, p.557-562, 2001.

ROMANINI, C.E.; NÄÄS, I.A.; MUNIZ, I.R. Análise do investimento em climatização para matrizes na maternidade e seu efeito no desempenho de leitões. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 1., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Concordia: Embrapa Suínos e Aves, 2002. 1 CD-ROM.

SANTOS, C.; ALMEIDA, J.M.; MATIAS, E.C.; FRAQUEZA, M.J.; ROSEIRO, C.; SARDINA, L. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 45, n.2, p. 253-262, 1997.

SAVENIJE, B.; LAMBOOJI, E.; GERRITZEN, M.A.; VENEMA, K.; KORF, J. Effects of feed deprivation and transport on pre-slaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites and meat quality. **Poultry Science**, v. 81, p.699–708, 2002.

SILVA, I. J. O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suíno. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 1999,, São Paulo, **Anais...**São Paulo, SP: Gessuli, 1999. p. 108-121.

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

SOUSA, P. Suínos em climas quentes. **Revista Suinocultura Industrial: Setor Ambiência**, ed. 189, ano 27, n.6, 2005.

VALE, M. M. **Caracterização e previsão de ondas de calor com impacto na mortalidade de frangos de corte**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). 101f, 2008, FEAGRI, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, SP: [s.n.], 2008.

VAN HOOGMOED, L.M.; SNYDER, J.R. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. **The Veterinary Journal**, v.164, p.129-141, 2002.

WARRISS, P.D. The consequences of fighting between mixed groups of unfamiliar pigs before slaughter. **Meat Foccus International**, Wallingford, v.4, p. 89-92, 1996.

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

WARRISS, P.D. **Meat science: and introductory text**. Oxon: CABI Publishing, 2000. 312p.

WISNIEWSKI, T.S.; KOWALEWSKI, T.A.; REBOW, M. Application of infrared thermography in natural convection study. **Proceedings...** Quantitative infrared thermography, v.5, p. 313–317, 2000.

YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, v. 83, p.253-258, 2004.

CAPÍTULO 2
AMBIENTE TÉRMICO E BEM-ESTAR DE SUÍNOS NO PERÍODO DE
DESCANSO PRÉ-ABATE

RESUMO. A pesquisa teve como objetivo avaliar a relação entre o ambiente térmico das pocilgas de descanso em abatedouro de suínos e a temperatura superficial (TS) dos animais, bem como o efeito de sistemas intermitentes de aspersão de água sobre o conforto térmico dos mesmos. Foram realizadas duas visitas em abatedouro comercial, sendo em cada uma delas selecionadas três pocilgas de descanso, uma destinada ao tratamento controle (sem aspersão durante todo o período) e duas ao tratamento intermitente de aspersão de água (intervalos constantes de 30 minutos com aspersão seguida de 30 minutos sem aspersão). As avaliações foram iniciadas no momento do descarregamento no qual foram registradas imagens termográficas dos lotes utilizando-se uma câmera de termografia infravermelha. Após o alojamento nas pocilgas foram registradas as imagens termográficas dos animais e a frequência respiratória (FR) a cada cinco minutos por um período de quatro horas. Foram registradas a temperatura e umidade relativa do ar e calculados os índices de temperatura e umidade (ITU). Considerando-se os valores de ITU observou-se que os animais mantiveram-se em condição de conforto apenas no momento de sua chegada ao abatedouro. A TS e FR dos animais mantidos na baia sem sistema de aspersão (controle) apresentou elevação linear em função do horário do dia, ou seja, conforme o aumento da temperatura ambiente. No tratamento com aspersão intermitente de água observou-se comportamento senoidal da TS e FR, entretanto as mesmas mantiveram-se sempre inferiores às do tratamento controle, mesmo nos momentos em que os aspersores de água encontravam-se desligados. O tempo de aspersão necessário para redução e estabilização da TS dos animais esteve condicionado às binômias temperatura e umidade relativa do ar, sendo estimado em 25 minutos nos horários de maior ITU. Entretanto, a máxima temperatura ambiente durante as avaliações foi de 28,4°C, podendo assim haver necessidade de maior tempo de aspersão quando a temperatura do ar for superior a este valor.

Palavras chave: aspersão, conforto térmico, termografia infravermelha

ABSTRACT. The research aimed to evaluate the relationship between the thermal environment of the rest in slaughterhouse pens of pigs and the surface temperature (ST) of the animals as well as the effect of intermittent systems water sprinkler on the thermal comfort of the same. There were two visits to slaughter industrial being in each

selected three pens of rest, one for control treatment (no spray throughout the period) and two for the treatment of intermittent spraying water (30 minutes intervals with constant spray followed by 30 minutes then turned off). The evaluations were begun at the time of discharging in which are taken the thermographic images from lots using an infrared thermographic camera. After housing in the pens were registered the thermographic images and the respiratory frequency (RF) of animals every five minutes for a period of the four hours. Were evaluated the temperature and relative humidity and calculated from temperature and humidity index (THI). Considering the values of THI was observed that the animals remained in a condition of comfort only at the time of his arrival at the slaughterhouse. The ST and RF of the animals kept in the pens without sprinkler system (control) showed a linear increase in function of time of day, ie, with increasing temperature. The treatment with intermittent sprinkling of water was observed oscillatory behavior of the ST and RF, however it was always lower than the control treatment, even in times when the water sprinklers were turned off. The time required of spray to reduction and stabilization of the ST of the animals was limited to the combination of temperature and relative humidity, being estimated at 25 minutes at times of higher THI. However, the maximum temperature for the evaluation was 28.4 ° C and can therefore be necessary to spray much time when the air temperature is above this value.

Key words: spraying, thermal comfort, infrared thermography

INTRODUÇÃO

A preocupação com a produção de alimentos está cada vez mais voltada para a qualidade do produto final e suas implicações no meio ambiente e no bem-estar animal. (FERREIRA, 2000). Atualmente, não se pode admitir que a produção de suínos esteja alheia aos novos conceitos de bem-estar. Dessa forma, a ambiência agrega profissionais dos mais diferentes setores para que possam juntos, solucionar problemas de ocorrência diária na suinocultura moderna.

Considerando que poucos países são tão dependentes das variações de tempo e do clima quanto o Brasil (a Amazônia, quente e úmida contrasta-se com o Nordeste semi-árido; a sucessão das estações seca e chuvosa do Planalto Central distingue-se da

quase regularidade das chuvas na região Sul), se torna fácil entender a importância do estudo da influência do clima sobre os animais, considerando-se não apenas a questão do bem-estar animal, mas também os seus efeitos sobre a produtividade e qualidade da carne (FERREIRA, 2000).

O estresse térmico é a maior causa de perdas produtivas em países de clima quente, podendo ser minimizado com o uso correto de processos e equipamentos, que visem mitigar o problema (LIN et al., 2006; BARBARI et al., 2007). As instalações zootécnicas devem visar o controle dos fatores climáticos, principalmente as temperaturas ambientes, que levam ao conforto térmico.

Estudando a utilização da nebulização e ventilação forçada em suínos na fase de terminação, CARVALHO et al. (2004) verificaram melhora no conforto (temperatura da pele) dos animais. Tais autores observaram melhor comportamento social, maior tranquilidade e quase nenhuma competição nos bebedouros e comedouros coletivos, nos horários mais quentes do dia.

O manejo pré-abate envolve uma série de etapas (embarque, transporte, desembarque) que predispõe os suínos a inúmeros fatores estressantes, que culminam com a aceleração do metabolismo e elevação da temperatura corporal. O período de descanso no frigorífico é uma importante prática de manejo que tem sido utilizada para possibilitar a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido durante o transporte.

A Termografia é uma técnica de que utiliza medição da energia de radiação dos corpos no campo dos raios infravermelhos, para mensurar ou observar padrões diferenciais de distribuição de temperaturas através da troca ou perda de calor de um componente, com o objetivo de propiciar a formação de imagens térmicas. A medição pode ser aplicada em qualquer sistema, objeto ou processo onde há uma troca térmica com o meio ou uma distribuição de temperatura. A aplicação da técnica de utilização de imagens termográficas é um bom método para ajudar nos estudos de termorregulação (KNIZKOVA et al., 2007) pois, a quantificação mais precisa da temperatura superficial dos animais é de fundamental importância para a estimativa do ambiente térmico de alojamento (YAHAV et al., 2004). Quanto mais precisa a estimativa de transferência de calor, melhor concepção de eficiência energética do animal (CANGAR et al., 2008).

Deste modo, o objetivo de este presente trabalho foi avaliar a relação entre o ambiente térmico das pocilgas de descanso em abatedouro de suínos e a temperatura superficial dos animais, bem como o efeito de sistemas intermitentes de aspersão de água sobre o conforto térmico dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no mês de abril de 2011, em um abatedouro comercial, situado na cidade de Dourados, MS, com Serviço de Inspeção Federal (SIF) e capacidade de abate de 2300 cabeças ao dia, representando aproximadamente 50% do abate diário do Estado do Mato Grosso do Sul. Parte de sua produção é destinada ao mercado interno e parte para exportação, principalmente na forma de cortes congelados. A maior parte dos sistemas de produção de suínos integrados à empresa está instalada no mesmo município ou em seus arredores, a uma distância de até 100 km da planta abatedoura.

A altitude do município é de 430 m, a latitude de 22° 13' S e longitude 54° 48' W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw (Clima Tropical com estação chuvosa no verão e seca no inverno).

Para condução da pesquisa foram realizadas duas amostragens no abatedouro, sendo em cada uma delas selecionadas três pocilgas de descanso, uma destinada ao tratamento controle (sem aspersão de água durante todo o período de permanência dos animais) e duas destinadas ao tratamento intermitente de aspersão de água (intervalos constantes de 30 minutos com aspersão de água ligada seguida de 30 minutos desligada), tendo todos os animais sido submetidos a manejo anterior semelhante, quanto ao tempo de jejum de sólidos, distância, duração e horário do transporte, horário de descarregamento e condução dos animais para as pocilgas de descanso no abatedouro.

Os animais, machos castrados, com peso vivo médio de 120 kg, foram submetidos a tempo de jejum efetivo anterior ao transporte de aproximadamente seis horas. Após o período de jejum, os animais mais pesados de cada baia foram selecionados e direcionados para embarque, com a utilização de lonas para apartação dos mesmos, e a condução realizada com auxílio de chocalhos (garrafa plástica com

pedras em seu interior) e pranchas de manejo, havendo dessa forma a mistura de lotes a partir desse momento.

Os animais foram embarcados utilizando-se rampas elevadiças até a carroceria do caminhão e então molhados após o término do embarque. Os suínos foram transportados ao abatedouro em caminhões (truck - com 16 divisórias e carreta- 24 divisórias) equipados com carroceria em alumínio com dois pisos, em densidade de transporte de 100 kg/ 0,40 m². O embarque e transporte foram realizados no início da manhã.

Imediatamente após a chegada ao abatedouro, os animais foram desembarcados por meio de rampa elevadiça e na plataforma de recepção foram banhados com água. Após desembarque receberam uma tatuagem com tinta atóxica e foram encaminhados à pocilga de descanso, onde cada boxe de 42m² possui 10 bebedouros tipo chupeta e comporta até 65 animais, onde permanecem por cerca de seis horas até serem encaminhados ao abate.

As avaliações foram iniciadas no momento do descarregamento no qual foram registradas imagens termográficas dos lotes. Inicialmente as imagens realizadas foram dos animais que se encontravam na parte superior da carroceria do caminhão. Posteriormente realizou-se a captura das imagens dos suínos que estavam na parte inferior da carroceria do caminhão.

Após o alojamento dos animais nas pocilgas de descanso, as imagens termográficas dos animais foram registradas a cada cinco minutos até a saída dos mesmos para o abate, tendo o período completo de descanso duração de quatro horas. Foram registradas imagens termográficas da cobertura do galpão em intervalos de 30 minutos.

O registro das imagens termográficas foi realizado utilizando-se o equipamento Termovisor Testo® 876-1 Kit Profissional com precisão de $\pm 0,1$ °C e série de 7,5-13 μm do espectro infravermelho e, por meio de um *software* específico para este equipamento, a leitura em espectro de cor foi convertida em temperatura superficial. O coeficiente de emissividade utilizado foi de 0,96 para toda a superfície corporal do animal. A temperatura média da superfície e desvio padrão da área do corpo foi calculada utilizando-se a temperatura de 40 pontos selecionados de maneira a

representar a superfície corporal global dos animais (Figura 1), ou utilizando-se a seleção de áreas para construção de um histograma de temperatura.

Concomitantemente ao registro das imagens termográficas mensurou-se a frequência respiratória de dois animais por pocilga, selecionados ao acaso, por meio da contagem direta do número de movimentos dos músculos costais por minuto.

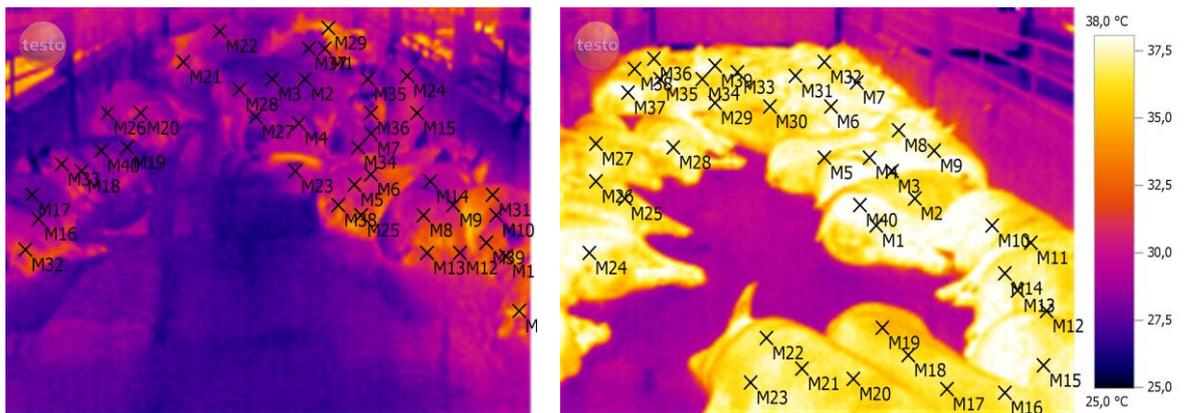


Figura 1. Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso e seleção dos pontos utilizados para determinação da temperatura superficial média dos animais. À esquerda pocilga do tratamento com aspersão de água e à direita pocilga do tratamento controle.

Nos dias de avaliação foram registrados os dados ambientais (temperatura e umidade relativa) nas pocilgas de descanso de suínos utilizando-se um termo-higrômetro digital, com registro a cada 30 minutos.

Utilizando-se os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as temperaturas de bulbo seco (*tbs*) e bulbo úmido (*tbu*) do ar por meio do programa Psicrom® (RORIZ, 2003) e posteriormente os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação: $ITU = 0,45 Tbu + 1,35 Tbs + 32$ (ROLLER e GOLDMAN, 1969 citados por PANAGAKIS & AXAOPULOS, 2006).

Considerando-se que a temperatura superficial é uma variável aleatória contínua e seu valor médio pode ser uma função do tratamento (com e sem aspersão intermitente) e da hora do dia (que leva em consideração alterações na temperatura ambiente) utilizou-se modelos lineares aditivos generalizados para modelar o valor esperado da temperatura superficial. Para o ajuste desse modelo empregou-se a função gam do pacote MGCV (WOOD, 2000, 2003, 2004, 2011). Para tanto foram ajustados quatro

modelos: modelo 1 ou nulo, no qual a temperatura é uma constante, que não depende do tratamento (com ou sem aspersão de água) nem da hora do dia; modelo 2 em que a temperatura depende de uma função suave da hora do dia, mas não depende do tratamento; modelo 3 que considera o efeito aditivo de tratamento e hora do dia (sem interação), e modelo 4 ou completo que considera o efeito da interação entre hora do dia e tratamento sobre a temperatura superficial dos animais. .

Os modelos foram ajustados aos dados e observou-se que o modelo completo ($E(\text{temp}) = \beta_i + f_i(\text{hora})$; $i = 1(\text{com aspersão})$; $i = 2(\text{sem aspersão})$), foi significativamente melhor pelo teste F, explicando 84% da variação contida nos dados ($R^2 = 0,84$).

Os dados de frequência respiratória foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey e as médias de frequência respiratória, temperatura superficial, temperatura do ar e temperatura do telhado foram submetidas à análise de Correlação de Pearson, ambas ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT 7.6 beta (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ambiente térmico engloba os efeitos da radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento (FALCO, 1997; BAETA & SOUZA, 2010), sendo a combinação temperatura e umidade relativa o principal condicionante para conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos. Considerando-se conjuntamente estes fatores climáticos para determinação do índice de temperatura e umidade (ITU), observou-se que os animais mantiveram-se em condição de conforto apenas no momento de sua chegada ao abatedouro ($ITU \leq 74$), sendo a partir daí enquadrados em situação de alerta ($ITU \geq 75$) e condição de perigo (79 a 83) (BARBARI et al., 2007) (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura do ar (Tar) (oC) e umidade relativa do ar (UR%) mensurados nas pocilgas durante o período de descanso pré-abate e índices de temperatura e umidade (ITU) calculados .

Tempo transcorrido após chegada ao abatedouro	T ar (°C)	UR (%)	ITU
Descarregamento	24,1	78,4	74,1
30 minutos	25,4	71,0	75,9
60 minutos	26,7	69,3	78,1
90 minutos	26,6	73,3	78,2
120 minutos	27,2	68,4	78,9
150 minutos	27,9	66,4	80,0
180 minutos	28,4	58,8	80,3
210 minutos	27,7	59,6	79,1

Analisando-se as imagens termográficas no momento da chegada dos animais ao abatedouro, verifica-se que animais transportados no piso superior da carroceria do caminhão apresentaram temperaturas superficiais mais elevadas, demonstrando efeito da radiação solar direta sobre os animais (Figura 2).

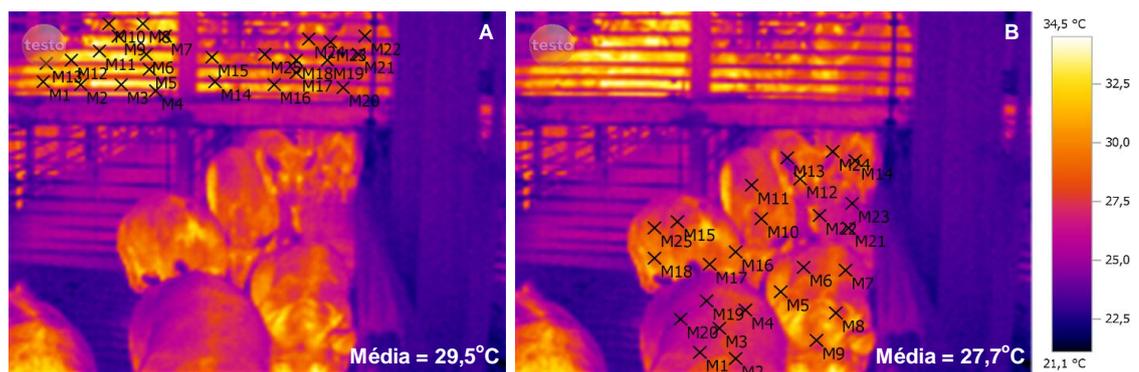


Figura 2. Imagens termográficas dos suínos registradas no momento do descarregamento. (A) - pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média de suínos transportados no piso superior da carroceria do caminhão. (B) - pontos selecionados para obtenção da temperatura superficial média de suínos transportados no piso inferior da carroceria do caminhão.

A temperatura superficial dos animais mantidos na baía sem sistema de aspersão (controle) apresentou elevação linear em função do horário do dia, ou seja, conforme o aumento da temperatura ambiente (Figura 3).

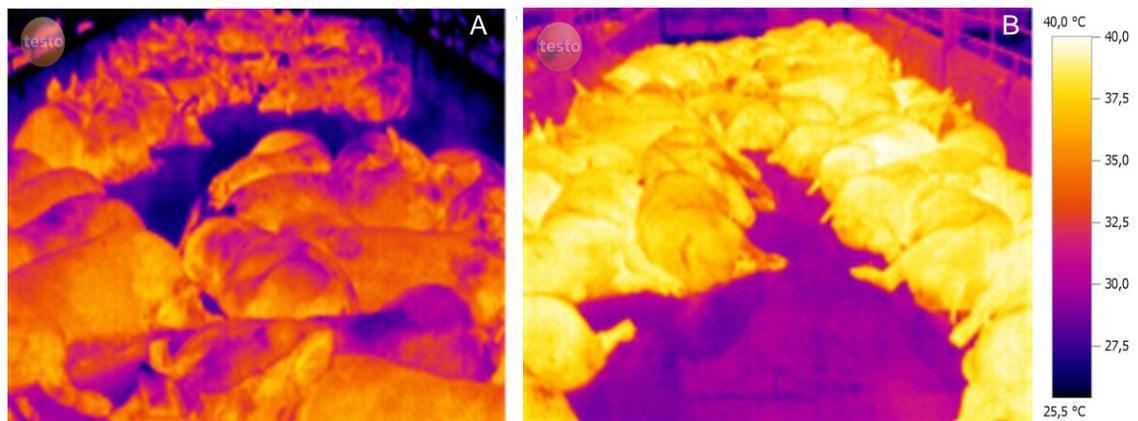


Figura 3. Imagens termográficas registradas na baía controle, sem aspersão de água, 30 minutos (esquerda) e 210 minutos (direita) após a chegada dos animais ao abatedouro.

Considerando a modelagem da temperatura corporal pelo modelo linear aditivo generalizado completo, observa-se que o valor esperado para temperatura superficial (TS) é igual entre os tratamentos no momento imediatamente anterior ao acionamento da aspersão (9:00 h). Esta condição foi observada, uma vez que, todos os animais foram molhados imediatamente após o descarregamento, antes de serem alojados nas pocilgas de descanso, submetendo todos à mesma condição inicial. Na pocilga sem aspersão a TS aumentou de maneira linear das 9:00 às 13:00 horas. A temperatura superficial dos animais mantidos sob sistema intermitente de aspersão de água apresentou comportamento senoidal, com queda após o acionamento dos aspersores de água e elevação nos intervalos em que os mesmos eram desligados, com menor amplitude de variação nos primeiros horários do dia, porém, em nenhum momento chegaram a alcançar a mesma temperatura superficial dos animais do tratamento controle (Figuras 4 e 5).

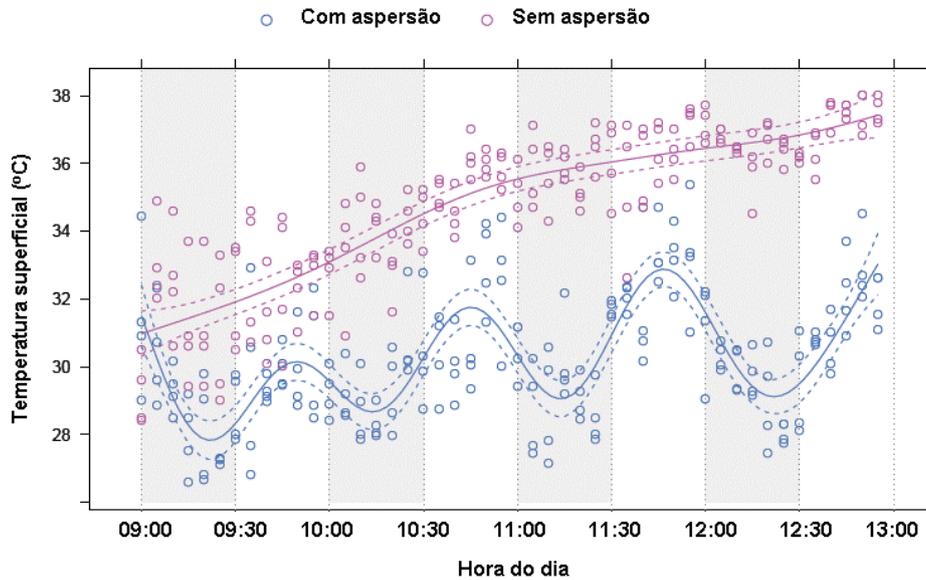


Figura 4. Valores observados e esperados de temperatura superficial dos suínos nas pocilgas de descanso em função da hora do dia. Retângulos cinza sinalizam os períodos com sistema de aspersão ligado. (Linhas sólidas representam os valores esperados e tracejadas delimitam intervalo de 95% de confiança para o valor esperado).

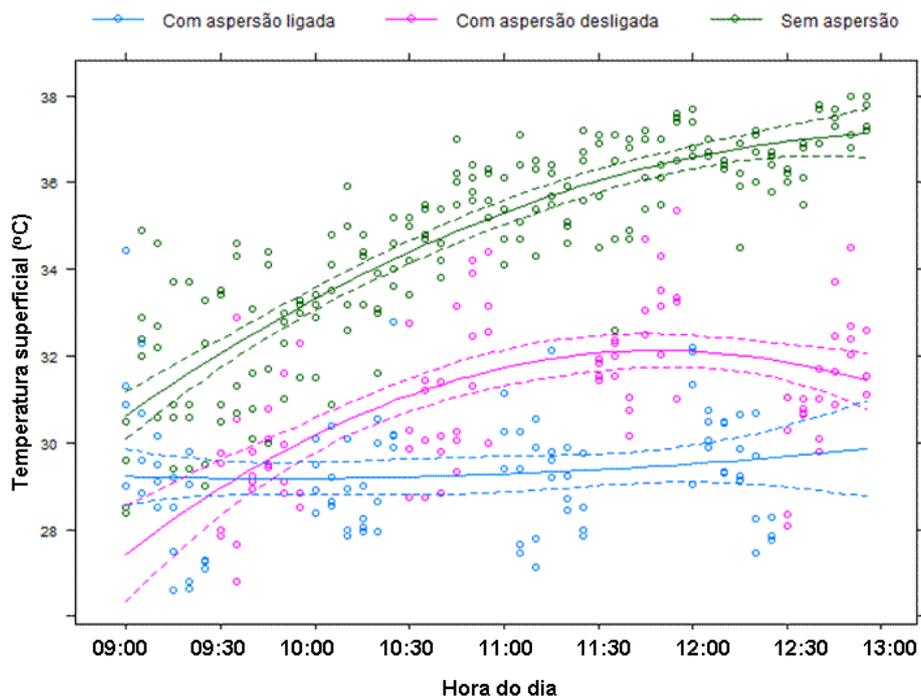


Figura 5. Curva da temperatura superficial dos animais ao longo do período de avaliação. (Linhas sólidas representam curvas ajustadas e tracejadas delimitam um intervalo de 95% de confiança para o valor esperado).

Segundo CURTIS (1983), a temperatura da pele é o primeiro sinal de reação ao estresse calórico nos mamíferos e os suínos começam a ofegar em resposta ao estresse calórico quando a temperatura da pele aumenta acima de 35°C. Entretanto, observa-se que aproximadamente 120 minutos após a chegada dos animais ao abatedouro, a TS dos suínos do grupo controle, sem aspersão de água, atingiu 35°C (Figura 4), mas muito antes deste valor ser atingido os animais já encontravam-se ofegantes, apresentando significativo aumento na frequência respiratória (Figura 6).

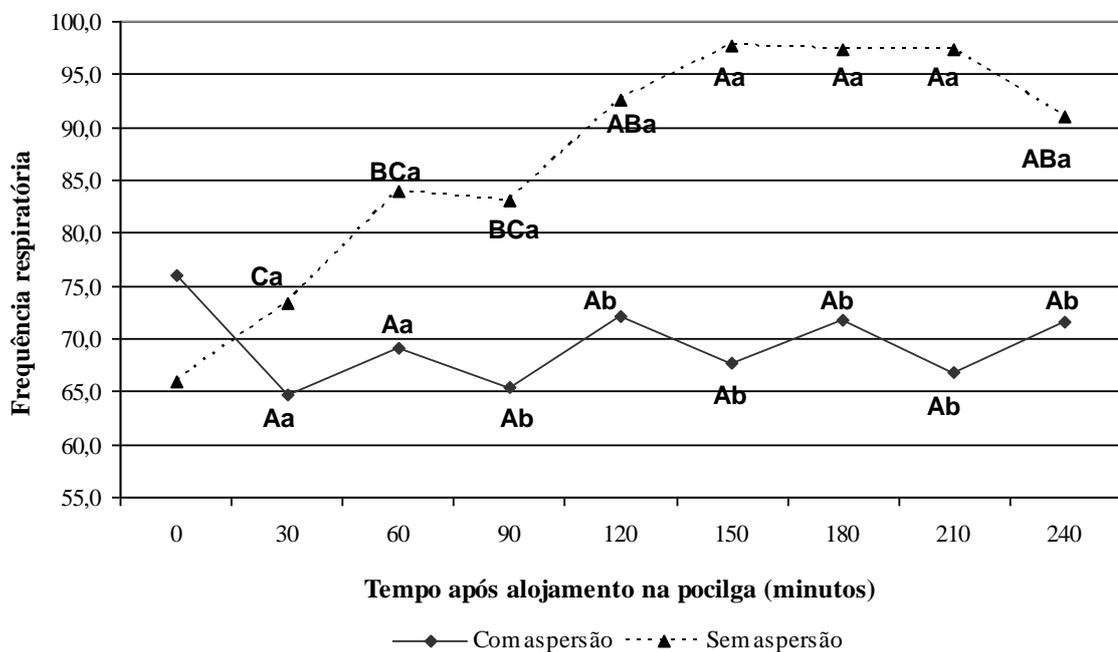


Figura 6. Frequência respiratória de suínos submetidos a 240 minutos de descanso pré-abate em pocilgas com sistema intermitente de aspersão de água e sem aspersão de água durante todo período (controle).

Letras maiúsculas iguais dentro do tratamento ao longo do tempo não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Letras minúsculas iguais entre tratamentos em cada tempo não diferem entre si pelo Teste F ($p > 0,05$).

A frequência respiratória dos suínos mantidos sem aspersão de água durante todo período de descanso (controle) foi significativamente influenciada pelo horário do dia, ou seja, pela combinação dos fatores climáticos temperatura e umidade relativa do ar, chegando a atingir valores superiores a 97 movimentos respiratórios por minuto quando o ITU foi superior a 76. Entretanto, observa-se que a frequência respiratória dos animais mantidos sob sistema intermitente de aspersão de água durante todo período

não ultrapassou 75 movimentos por minuto, mesmo nos intervalos em que os aspersores de água encontravam-se desligados.

Quando a temperatura corporal aumenta devido à elevação na produção de calor, a resposta inicial é a vasodilatação, com conseqüente aumento no fluxo sanguíneo dos vasos capilares da epiderme, incrementando a temperatura superficial e a transferência de calor para o ambiente. A resultante elevação da temperatura na pele e a projeção da temperatura central em direção aos membros aumentam o gradiente térmico entre a pele e o ambiente, resultando em uma maior perda de calor por irradiação e convecção.

Se apenas a vasodilatação for insuficiente para manter a temperatura normal, aumenta-se o resfriamento por evaporação, pela sudorese, pelo ofego, ou por ambos. Esse resfriamento evaporativo é o único processo de perda de calor disponível quando a temperatura ambiente excede a temperatura da pele (ROBINSON, 2004). Porém, dentre todos os animais, os suínos, em especial, são suscetíveis a elevadas temperaturas devido a sua limitada capacidade de eliminação de calor corporal por sudorese (KUNAVONGKRIT et al., 2005) pelo reduzido número de glândulas sudoríparas (DYCE et al., 1997). Em situação de estresse térmico, ocorre aumento da frequência respiratória para acentuar a perda de calor por evaporação, visando compensar a perda mínima que ocorre por sudorese.

No trabalho com suínos na fase de crescimento (60,0 kg de peso vivo), THUY (2005) concluiu que a temperatura crítica superior está entre 21,3 e 22,4°C para frequência respiratória, entre 22,9 e 25,5°C para produção de calor e consumo de ração e entre 24,6 e 27,1°C para a temperatura retal, portanto inferiores às temperaturas registradas durante o período de descanso pré-abate na presente pesquisa.

YAN et al. (2000) avaliaram as perdas de calor sensível e por evaporação, a temperatura retal e a frequência respiratória em suínos expostos a temperaturas ambientais de 10, 15, 20, 25, 30 e 35°C, durante 8 horas por dia e constataram um aumento da temperatura retal, da frequência respiratória e de maior perda de calor por evaporação quando a temperatura do ambiente atingiu 30°C ou ultrapassou este limite. KIEFER et al. (2010) observaram que a frequência respiratória de suínos em terminação elevou-se de 41 para 93 movimentos por minuto quando a temperatura ambiente passou de 21°C para 32°C.

Avaliando a frequência respiratória de suínos com aproximadamente 83 kg submetidos a uma variação de temperatura de 18,0 a 32,0 °C, BROWN-BRANDL et al. (1998) encontraram um efeito exponencial e não linear da temperatura sobre a taxa respiratória, que aumentou de 24 para 120 movimentos por minuto. Além disso, a taxa respiratória à noite, em qualquer temperatura, foi 33% menor que a taxa respiratória durante o dia, provavelmente devido à redução na atividade durante a noite.

Mesmo apresentando comportamento senoidal, a variação na temperatura superficial dos animais mantidos sob sistema intermitente de aspersão esteve condicionada ao horário do dia, ou seja, à temperatura ambiente. Observa-se que 60 minutos após o alojamento dos animais na pocilga de descanso (10:00 h), foram necessários apenas 10 minutos de aspersão de água para que a temperatura superficial dos animais fosse reduzida e se estabilizasse em torno de 28°C. Entretanto, após 180 minutos de chegada dos animais ao abatedouro (12:00 h), foram necessários 25 minutos de aspersão para que a temperatura superficial dos mesmos atingisse o mesmo valor (Figuras 7 e 8).

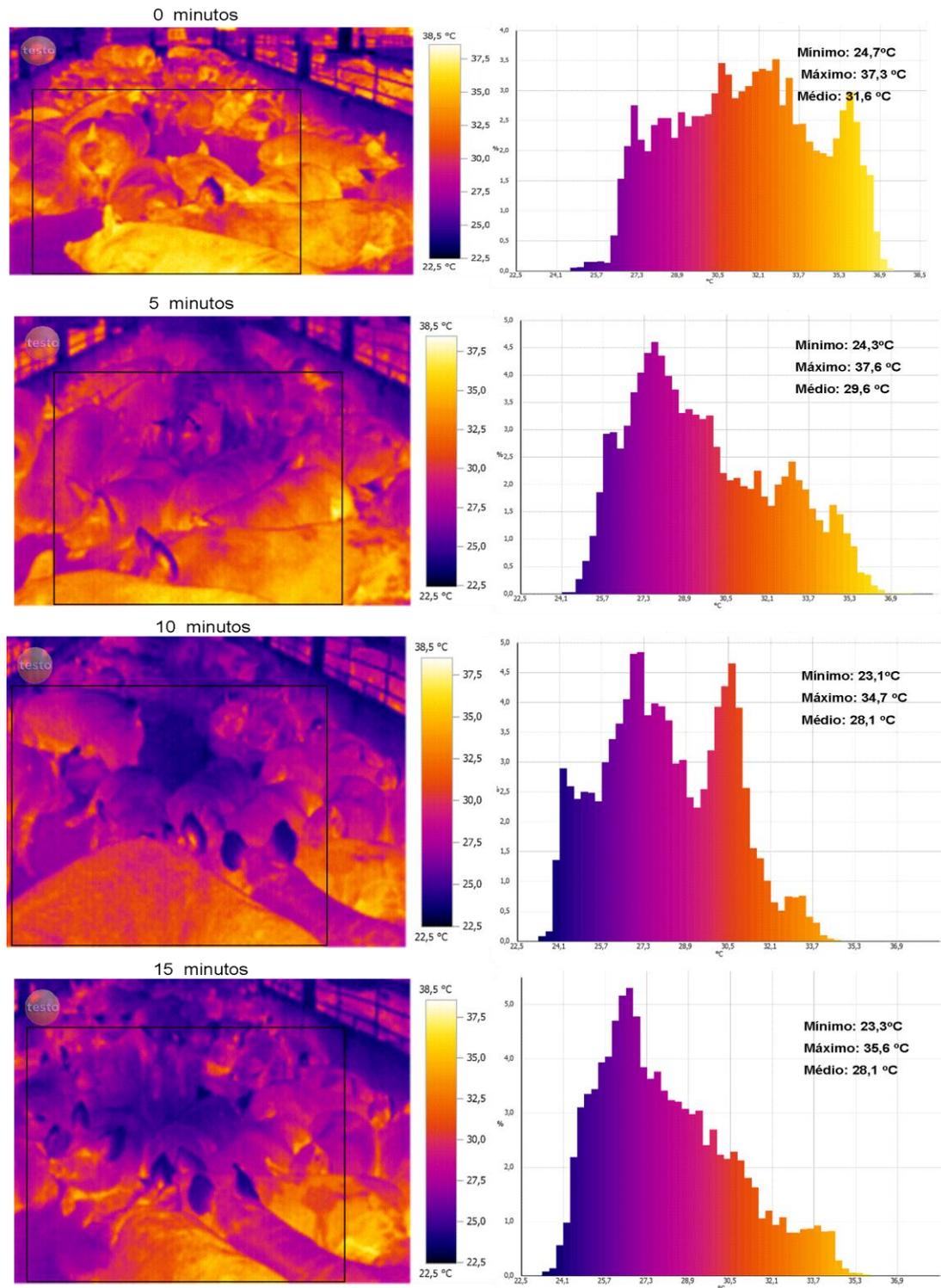


Figura 7. Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso, 60 minutos após a chegada dos animais ao abatedouro, aos 0, 5, 10 e 15 minutos após o acionamento dos aspersores (esquerda). Histograma da temperatura superficial calculada com base na área demarcada na imagem (direita).

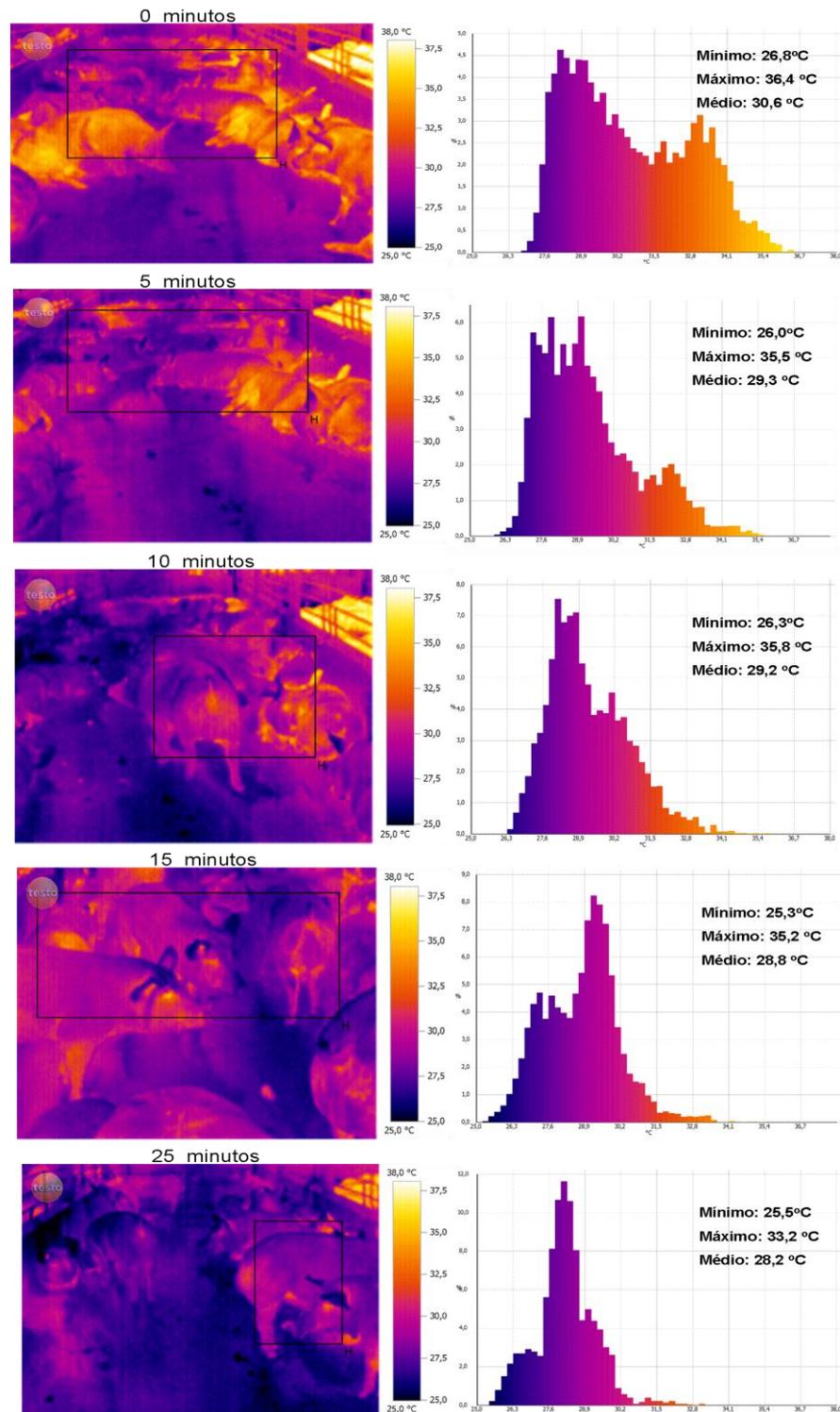


Figura 8. Imagens termográficas dos suínos registradas nas pocilgas de descanso, 180 minutos após a chegada dos animais ao abatedouro, aos 0, 5, 10, 15 e 25 minutos após o acionamento dos aspersores (esquerda). Histograma da temperatura superficial calculada com base na área demarcada na imagem (direita).

Ao utilizar o sistema de ventilação com nebulização CARVALHO et al. (2004) verificaram redução na temperatura da pele de suínos na fase de terminação de 35,39 para 31,64°C em relação ao controle. Os autores sugeriram que a temperatura da pele sofre alterações mais rápidas em razão da dissipação de calor por convecção do fluxo sanguíneo, do interior do núcleo corporal para a periferia. SILVA (2005) concluiu que as maiores temperaturas superficiais observadas na região da nuca, pernil traseiro e peitoral das porcas em lactação submetidas a piso sem resfriamento foram atribuídas ao aumento na circulação sanguínea periférica como forma de dissipar o calor corporal.

A prática de aspergir os suínos com água fria durante o período pré-abate possui quatro vantagens distintas. Primeiro, refresca os animais, reduzindo o esforço do sistema cardiovascular e melhorando a qualidade da carne. Foi demonstrado que a aspersão com um fluxo médio de 27 L/min./m² uma vez por hora produz uma queda de mais de 3°C na temperatura do lombo (LONG & TARRANT, 1990) e que esta queda na temperatura corporal é suficiente para reduzir a taxa inicial de desnaturação da miosina em 37%, resultando em uma grande redução na perda de água na carcaça (OFFER, 1991). Em segundo lugar, acalma os animais, reduzindo o comportamento agressivo na área de espera e facilitando o manuseio na entrada do corredor de atordoamento (WEEDING et al., 1993). Em terceiro lugar, limpa os animais e reduz o odor, limitando a contaminação bacteriana da água no tanque de escaldadura. Finalmente, aumenta a eficiência do atordoamento elétrico por diminuir a impedância da pele. (TARRANT, 1989).

Em condições de temperatura entre 10 e 30°C e UR menor que 80%, a aspersão na área de espera é desejável. Já abaixo de 5°C, a aspersão não é recomendada porque faz com que o animal trema, podendo levar a uma carne mais escura (DFD) (HOMER & MATTHEWS, 1998; KNOWLES et al., 1998). Apesar de geralmente ser aceito que o regime de aspersão deva ser intermitente e de duração máxima de 30 minutos para obter o maior efeito de resfriamento e reduzir a atividade e a agressão (WEEDING et al., 1993; JONES, 1999), não há concordância quanto ao tempo e o número de aplicações. Na presente pesquisa este tempo esteve condicionado ao binômio temperatura e umidade relativa do ar, sendo estimado em 25 minutos nos horários de maior ITU. Entretanto, a máxima temperatura ambiente observada durante as avaliações foi de

28,4°C, podendo assim haver necessidade de maior tempo de aspersão quando a temperatura do ar for superior a este valor.

Por meio da análise das imagens termográficas verificou-se que a dissipação de calor sensível se dá de maneira distinta entre as diferentes regiões do corpo dos animais, sendo as trocas térmicas com o ambiente mais intensas na região da cabeça e orelhas, seguida pelas demais regiões do corpo e patas (Figura 9).

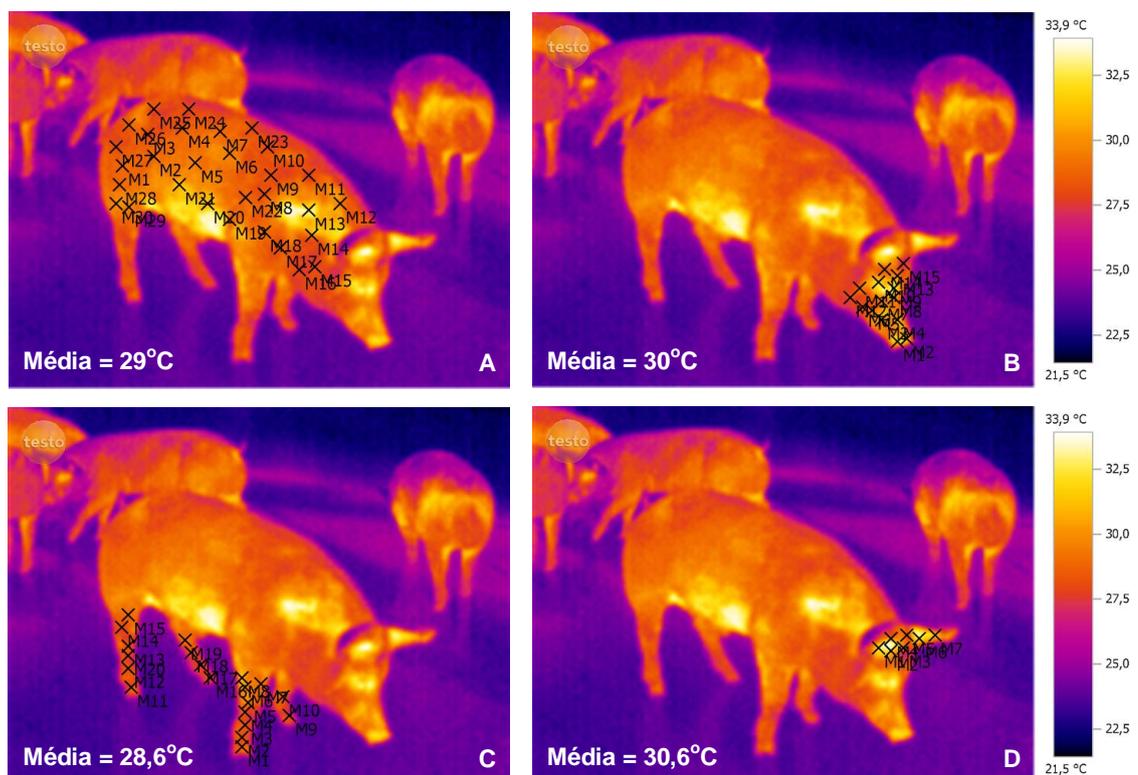


Figura 9. Média da temperatura superficial das diferentes regiões do corpo dos suínos. A – corpo. B – cabeça. C – patas. D - orelhas

Avaliando-se a temperatura de superfície do telhado da instalação onde estão alocadas as pocilgas de descanso, nota-se claramente a importância da escolha adequada dos materiais utilizados para cobertura, optando-se sempre por aqueles que possuam maior resistência térmica e que transmitam conseqüentemente menor carga térmica radiante ao interior da edificação. Observou-se que a temperatura média da superfície do telhado chegou a apresentar elevação linear em função do horário do dia, chegando a atingir valores médios de aproximadamente 48°C às 13:00 horas (Figura 10).

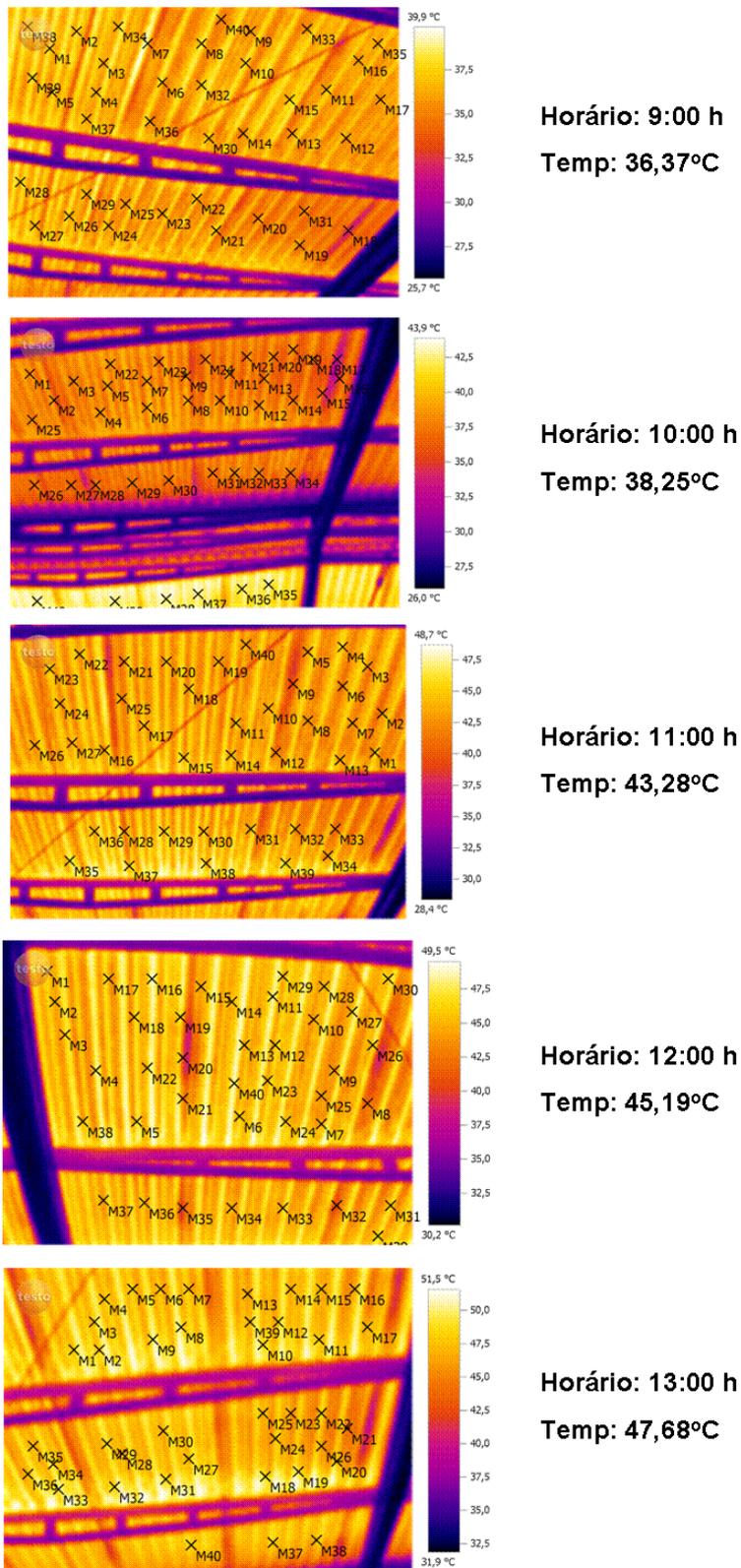


Figura 10. Temperatura superficial do telhado da edificação onde estão alocadas as pocilgas de descanso, registradas entre 9:00 e 13:00 horas.

Foi observada correlação alta e positiva entre a temperatura superficial da pele e a frequência respiratória dos animais, bem como correlações positivas entre ambos os parâmetros fisiológicos com as condições ambientais (temperatura do ar e do telhado), demonstrando a estreita relação entre o ambiente e as condições de conforto térmico e bem-estar de suínos neste período.

Tabela 2. Correlações entre parâmetros fisiológicos de suínos submetidos a quatro horas de descanso pré-abate e parâmetros ambientais.

	FR	TS	TT	TA
FR	-			
TS	0,919**	-		
TT	0,889**	0,958*	-	
TA	0,918**	0,908**	0,942**	-

** P<0,01; frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS), temperatura do telhado (TT), temperatura ambiente (TA)

CONCLUSÕES

As condições ambientais nas pocilgas de descanso têm efeito direto e negativo sobre parâmetros fisiológicos dos suínos neste período. A utilização de sistema intermitente de aspersão de água, com intervalos de 30 minutos, durante o período de descanso pré-abate e eficiente na redução da temperatura superficial e manutenção da frequência respiratória dos animais em níveis adequados. O planejamento correto para o funcionamento dos aspersores de água está condicionado ao binômio temperatura e umidade relativa do ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSISTAT Software. (Versão 7.6 beta) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 2012

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.

- BARBARI, M.; BIANCHI, M.; GUERRI, F.S. Preliminary analysis of different cooling systems of sows in farrowing room. **Journal of Agricultural Engineering**, v.1, p.9-15, 2007.
- BROWN-BRANDL, T. M., NIENABER, J. A., TURNER, L. W. Acute heat stress effects on heat production and respiration rate in swine. **Transaction of the ASABE**, v.41, n.3, p.789-793, 1998.
- CANGAR, Ö.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. **Spatial distribution of surface temperatures and heat loss in broiler chickens**. In: Livestock Environment VIII, Iguassu Falls, Brazil. ASABE. 8p, 2008.
- CARVALHO, L.E.; OLIVEIRA, S.M.P.; TURCO, S.H.N. Utilização da nebulização e ventilação forçada sobre o desempenho e a temperatura da pele de suínos na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1486-1494, 2004.
- CURTIS, S. E. **Environmental Management in Animal Agriculture**. 2ed. Ames: State University Press, 1983.
- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Anatomia Veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 663p.
- FALCO, J. E. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA, 1997. 57 p.
- FERREIRA, R.A. **Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos**. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Memorias2000/1_RonyFerreira.pdf
Acesso em: 02/07/2010.
- 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. **An investigation and assessment of the handling-systems of twelve abattoirs in Great Britain and four in Italy**. In: “Improved Handling Systems for Pigs at Slaughter”. PhD thesis, Royal Veterinary College, University of London, UK, 1999..
- KIEFER, C.; MOURA, M.S; SILVA, E.A.; SANTOS, A.P.; SILVA, C.M.; LUZ, M.F.; NANTES, C.L. MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F.; CARRIJO, A.S. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 496-504, 2010

- KNIZKOVA, I.; KUNC, P.; GURDIL, G. A. K.; PINAR, Y.; SELVI, K. C. Applications of infrared thermography in animal production. **Journal of Faculty of Agriculture**, v.22, n.3, p.329-336, 2007.
- KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E.; WARRIS, P.D. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showed in lairage. **Veterinary Record**, v.143, p.576-578, 1998.
- KUNAVONGKRIT, A.; SURIYASOMBOON, A.; LUNDEHEIM, N.; HEARD, T.W.; EINARSSON, S. Management and sperm production of boars under differing environmental conditions. **Theriogenology**, v.63, p.657-667, 2005.
- LIN, H.; HAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.62. p.71-95, 2006.
- 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.
- OFFER, G.. Modelling of the formation of pale, soft and exsudative meat: effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**. v.30, n.2, p.157-184, 1991.
- PEREIRA, J.C.C. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.196p.
- ROBINSON, N.E. **Homeostase – Termorregulação**. In: Cunningham JG. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.550-560.
- ROLLER, W.L.; GOLDMAN, R.F. Response of swine to acute heat exposure. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v.12, n.2, p.164-169, 174, 1969.
- ROMANINI, C.E.B.; TOLON, Y.B.; NÄÄS, I.A. MOURA, D.J. Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. **Science Agriculture**, v.65, n.4, p.335-339, 2008.

- SILVA, B.A.N.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERNANDES, H.C.; ABREU, M.L.T.; NOBLET, J.; NUNES, C.G.V. Effect of floor cooling on performance of lactating sows during summer. **Livestock Science**, v.105, p.176-184, 2006.
- TARRANT, P.V. **The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs**. In: “Manipulating Pig Production - II” (J.L. Barnett and D.P. Hennessy, eds.), pp. 1–25, Warrabee, Victoria, Australia, 1989.
- THUY, H.T.T. **Heat stress in growing pigs**. 163p. Thesis – Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen. The Netherlands. 2005.
- WEEDING, C.M.; GUISE, H.J.; PENNY, R.H.C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: the use of water sprays in lairage. **Animal Production**, v.56, p.393–397, 1993.
- WOOD, S.N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society (B)** v.73, n.1, p.3-36, 2011.
- WOOD, S.N. Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models. **Journal of the American Statistical Association**. v.99, p.673-686, 2004.
- WOOD, S.N. **Generalized Additive Models: An Introduction with R**. Chapman and Hall/CRC, 391p., 2006.
- WOOD, S.N. Thin-plate regression splines. **Journal of the Royal Statistical Society (B)** v.65, n.1, p.95-114, 2003.
- WOOD, S.N. Modelling and smoothing parameter estimation with multiple quadratic penalties. **Journal of the Royal Statistical Society (B)**, v.62, n.2, p.:413-428, 2000.
- YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, v. 83, p.253-258, 2004.
- YAN, P.S.; YAMAMOTO, S. Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. **Animal Science Journal**, v.71, n.10, p.505-509, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo pré-abate é um processo complexo que inclui uma série de atividades destinadas a preparar os animais para o abate, e que submetem os animais à uma série de fatores estressantes, que podem culminar na falta de bem-estar, impelindo aos produtores ou à indústria perdas econômicas relacionadas à maiores índices de mortalidade, maior incidência de carcaças com defeito de qualidade, como escoriações e hematomas e carne de pior qualidade (PSE ou DFD).

A melhoria dos procedimentos durante o manejo pré-abate, com incremento do bem-estar e da qualidade da carne, é necessária em nosso país principalmente para atender às exigências do mercado consumidor e importador, que exigem produtos elaborados com base nos preceitos de segurança alimentar e que garantam as condições de bem-estar animal.

O período de descanso no frigorífico é uma importante prática de manejo utilizada para possibilitar a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido durante o transporte. Entretanto, se as condições oferecidas aos animais neste período não forem adequadas, o mesmo perde sua função, podendo tornar-se uma fonte adicional de estresse.

Um dos grandes problemas dos suínos adultos é sua dificuldade em dissipar calor, o que se agrava em situações de estresse, como àquelas as quais os animais são submetidos durante as etapas de manejo pré-abate. Deste modo, é importante que algumas medidas sejam adotadas para minimizar os efeitos do estresse por calor durante estas etapas. Uma importante ferramenta para esta finalidade são os aspersores de água presentes nas pocilgas de descanso, que tem como função refrescar os animais durante este período imediatamente anterior ao abate.

Entretanto, normalmente não são utilizados de maneira correta, pois pouco se sabe a respeito do tempo ideal em que devem permanecer ligados e desligados em função das condições climáticas. Quando os benefícios econômicos não são evidentes, torna-se uma difícil tarefa o esclarecimento de que investimentos em melhorias nas condições de alojamento e conforto dos animais seja de fato uma estratégia viável.

O correto planejamento para o funcionamento dos aspersores de água nas pocilgas de descanso, além de assegurar aos animais condições mais próximas possíveis

do conforto térmico, evitam o desperdício de água e o aumento da quantidade de água residuária a ser tratada.

Mais pesquisas devem ser realizadas visando fornecer subsídios ao correto planejamento do intervalo de tempo ideal para acionamento dos aspersores de água e a duração de tempo em que os mesmos devem permanecer ligados e desligados, para realizar de forma eficiente e econômica, a redução da temperatura corpórea dos animais em condições de elevada temperatura ambiental.