

Avaliação do ambiente térmico e temperatura corporal de matrizes suínicas utilizando imagens termográficas¹

Pricila Mara Domingues de Mello², Melissa Selaysim Di Campos³, Marcelo Gomes Judice⁴

¹Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012.

²Aluna de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: pricilademello@hotmail.com

³Orientadora, Professora da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: melissaselaysim@uol.com.br

⁴Coorientador, Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: mgjudice@fesurv.br

Resumo: O experimento foi realizado na Granja Escola FESURV/BRF, no município de Rio Verde – GO. O experimento teve duração de 22 dias, período de lactação dos leitões. Foram selecionadas 8 matrizes da linhagem Topigs com semelhante ordem de parição, habilidade materna e número de leitões/leitegada. Foram selecionados dentro do galpão quatro diferentes posições para avaliação. Nas matrizes foram coletadas as temperaturas de pele na região lombar, vulva e timpânica. A temperatura, umidade e temperatura de globo foram coletadas em quatro horários (8, 12, 16 e 20h). Os resultados indicaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre as posições dentro do galpão. A temperatura de pele apresentou resultados satisfatórios, podendo ser adotada para avaliar conforto térmico dos leitões e não influenciar no comportamento natural, acarretando estresse dentro da baia nos primeiros dias de nascimento dos leitões. O índice de globo negro e umidade (ITGU) e a temperatura do telhado demonstraram relação direta com o bem-estar dos animais alojados. As imagens termográficas servem como ferramenta não invasiva para ilustrar o bem estar dos animais dentro do galpão.

Palavras-chave: bem-estar, matrizes, termografia, zootecnia de precisão

Evaluation of thermal environment and swine matrices body temperature using thermographic images

Abstract: The experiment was conducted at FESURV / BRF farm, in the municipality of Rio Verde – GO. The experiment means duration of 22 days, lactation period of piglets. Were selected 8 matrices Topigs line with similar order of farrowing, maternal ability and number of piglets / litter. We selected inside the shed four different positions for evaluation. In matrices were collected in the skin temperatures in the lumbar region, vulva and tympanic. The temperature data logging, humidity and globe temperature were performed in four times: 8am, 12am, 16pm, 20pm. The results showed a significant difference in 5% of probability between positions within facilities, in roof temperature, had statistical difference between all positions. Using the results, can be identified that skin temperature showed a satisfactory result, can be adopted to evaluate thermal comfort of piglets and not influence the natural behavior can causing stress within the bay in the first day of piglets life. The environmental thermal comfort indice studied and the roof temperature has a direct relation with welfare of animals housed and there was a better efficiency of piglets in position 4, however, the ratio of piglets received by weaned was higher than in other positions.

Key words: welfare, matrices, thermography, animal precision

INTRODUÇÃO

A produção de carne suína no Brasil vem crescendo nos últimos anos, ocupando atualmente a quarta posição no ranking dos principais produtores mundiais no setor da suinocultura. Contudo, adquiriu importante destaque na produção e na exportação, motivada não somente pela tecnificação do setor, mas também pelo aumento do consumo interno e conquista do mercado internacional (Hack et al., 2011).

A criação de suínos no Brasil encontra desafios climáticos que podem interferir na produtividade. Altas temperaturas ambientais, grandes amplitudes térmicas e características específicas do clima tropical, fazem com que o suíno, com seu ineficiente sistema de termorregulação tenha seu desempenho reduzido, refletido em parte, pelas dificuldades em manter a sua homeotermia (Sarubbi, 2005).

A tolerância ao calor e a adaptabilidade a ambientes tropicais são fatores muito importantes na criação e produção suína. O aumento da temperatura ambiente e, conseqüentemente, do estresse calórico acarreta aumento da secreção do hormônio cortisol Starling et al. (2005), provocando uma série de efeitos no metabolismo do animal que alteram o seu comportamento e bem-estar (Silanikove, 2000).

O ambiente de criação intensiva possui influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, promovendo a manutenção do balanço térmico no interior das instalações, na qualidade química do ar e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos. O ambiente físico, por abranger os elementos meteorológicos que afetam os mecanismos de transferência de calor, a regulação e o balanço térmico entre o animal e o meio, exerce forte influência sobre o desempenho e a saúde dos animais (Pandorfi et al., 2005).

No Brasil, país de clima tropical com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, os materiais a serem utilizados para a confecção das coberturas devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno das instalações seja menos influenciável pela variação climática Abreu et al. (2001). Assim, o telhado das instalações tem sido o elemento mais relevante a ser considerado para se promover o conforto térmico dos animais em regiões de clima quente, razão porque em algumas

regiões do mundo tem sido utilizado como elemento para reduzir o ganho de calor total da telha, provendo efeito refrescante para as instalações (Faghieh e Bahadori, 2010).

O telhado dispõe de condições para minimizar a radiação dentro das instalações, mas se não executar bem esta função poderá apresentar problemas de conforto ambiental aos animais alojados nessas instalações (Tanga e Etzionb, 2005).

Partindo do princípio de instalações bem planejadas que visam o conforto térmico e o bem-estar animal, observam-se as diferentes necessidades ambientais na maternidade, onde necessita-se de dois microambientes distintos: um para as matrizes lactantes e o outro para os leitões. Caso contrário, o desempenho, tanto das porcas quanto dos leitões, não será positivo Ferreira et al. (2007), pois, para o leitão, a zona de conforto térmico (ZCT) durante a lactação está entre 32 e 34°C e para a matriz está entre 16 e 21 °C (Pandorfi, 2002).

Para garantir que os leitões tenham desenvolvimento satisfatório na maternidade é fundamental que estejam inseridos em um microambiente adequado dentro da sua ZCT.

Assim, proporcionando melhor adequação do leitão ao ambiente de criação após seu nascimento, pode-se esperar que haja melhor desempenho dos mesmos, além do atendimento às normas de produção humanizada de alguns países importadores da carne, possibilitando aos produtores incluir-se em mercados diferenciados, com melhores remunerações (Roppa, 2011).

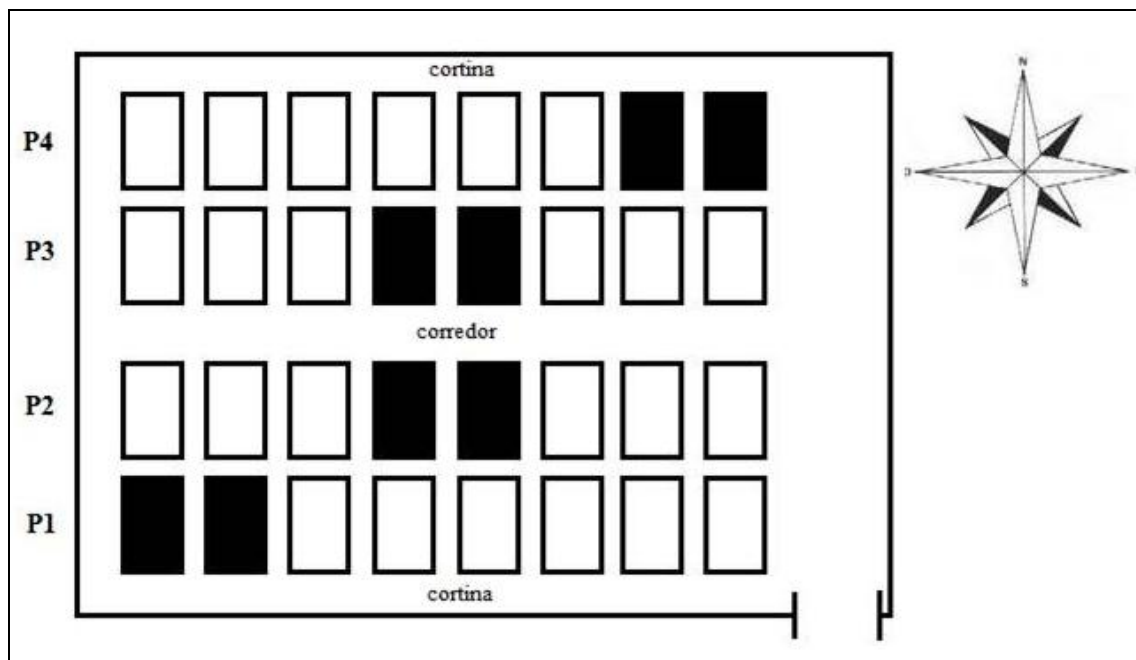
Tendo em vista o exposto, nesse experimento objetivou-se avaliar o desempenho de matrizes em galpão de maternidade suinícola, o ambiente térmico e medidas de temperatura coletadas em diferentes regiões do corpo dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida durante o inverno (16 de agosto a 14 de setembro de 2012), na Fazenda Rio Doce dos Coqueiros, BR-060 Km 414, no município de Rio Verde-GO, região do Sudoeste do Estado de Goiás, delimitadas pelo quadrante 17 ° 47 ' 53 " sul e 51 ° 55 ' 03 " oeste. A topografia é plana e levemente ondulada, com altitude média de 748 m. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger), de acordo com (Siqueira Neto et al., 2011).

Para o experimento foram selecionadas 8 matrizes da linhagem Topigs com semelhante ordem de parição (com o objetivo de eliminar fatores de interferência),

habilidade materna e número de leitões/leitegada. As matrizes foram alojadas 7 dias antes do parto em galpão de maternidade conforme Figura 1.



Fonte: Autor, 2012

Figura 1. Croqui da sala de maternidade: posição 1 (P1), posição 2 (P2), posição 3 (P3) e posição 4 (P4)

O experimento foi realizado no período de lactação, compreendido entre o nascimento e o desmame dos leitões, com duração média de 22 dias, de acordo com o manejo adotado na granja.

O galpão utilizado era disposto no sentido leste-oeste em terreno plano-nivelado, com arborização e grama na área circundante. Composto de quatro salas de maternidade dispostas lado a lado, com 11,8 m de comprimento, 13,48 m de largura e 7,5 m de altura de pé-direito. O material utilizado na construção das salas foi tijolo furado com revestimento, com telhas cerâmicas, tipo francesa, com inclinação de 44%, sem lanternim, divididas em duas águas, com beiral de 1,2 m no lado norte e 1 m no lado sul. A sala possuía 24 gaiolas individuais de parição com tamanho médio de 3,84 m² (1,60 x 2,40 m) cada, com cochos do tipo resina (para porcas) e comedouros convencionais de concreto (para os leitões). Os bebedouros eram inox tipo chupeta para as porcas e leitões. As gaiolas eram separadas por gradeamento de ferro maciço 3/4",

com inclinação de 1,30% e piso plástico de 40 x 60 cm. A sala possuía a abertura das janelas de 3,10 m de altura e 9,8 m de comprimento. As cortinas laterais permaneceram fechadas praticamente o tempo todo, sendo abertas somente nos horários mais quentes do dia, garantindo a renovação de ar no interior da instalação. Para o aquecimento dos leitões utilizou-se abrigo escamoteador (1,0 x 0,60 m) com lâmpada tipo incandescente (150 W).

Durante o período experimental, foram coletadas as seguintes variáveis ambientais no ambiente: temperatura de bulbo seco (Ts), temperatura do ponto de orvalho (Tpo), temperatura de globo (Tg), temperatura de bulbo úmido (Tu), umidade relativa do ar (UR), temperatura de piso (matriz) e temperatura superficial interna do telhado. Nas matrizes foram coletadas as temperaturas de pele na região lombar, vulva e timpânica.

O registro dos dados de temperatura, umidade e temperatura de globo foi realizado em quatro horários, sendo: 8h, 12h, 16h e 20h, durante todo o período experimental.

Para determinação da eficiência térmica em cada tratamento, com os dados de temperatura dos ambientes estudados, foram determinados índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) conforme equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tg + 0,36Tpo - 330,08$$

Em que:

Tg é temperatura de globo negro (K) e Tpo, temperatura de ponto de orvalho (K).

Para coleta de temperatura de pele (região lombar), vulva e timpânica de fêmeas; superfície de piso e telhado foi utilizado o termômetro infravermelho DTIS de precisão $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ou 2%, com faixa de temperatura -50 a 530°C .

Para medição de temperatura de globo negro, bulbo seco, bulbo úmido, ponto de condensação foi utilizado medidor de estresse térmico modelo: TGD-400 de precisão $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, instalado a uma altura de 1,50 m na parte central da sala. O termômetro de globo negro consistiu em esfera de seis polegadas de diâmetro, resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$.

Para obtenção de valores de Tbs e UR foi utilizado um anemômetro/psicrômetro digital modelo AN- 4870, de $0,1^{\circ}\text{C}$ de resolução e $\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ de precisão para temperatura ambiente e 0,1% de resolução e $\pm 3\%$ de precisão para UR.

Foram capturadas imagens termográficas do telhado e dos animais com câmera infravermelha da marca FLIR® modelo E60 com campo de visão de 25° e amplitude de temperatura de -20 a 120°C. O uso de imagens termográficas infravermelhas é uma ferramenta facilitadora da identificação de diferenças significativas de temperaturas tanto do ambiente como dos animais.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4 x 4 (4 posições e 4 horários de coleta), com 30 repetições. Na análise estatística, para a posição dentro do galpão foi realizado o teste de Tukey e, para os horários foi utilizada análise de regressão, com o programa Sisvar 5.1 (2011). Foi estimada a correlação entre as variáveis analisadas e a avaliação da eficiência de criação dos leitões, tendo em vista a razão de leitões criados (número de leitões nascidos + leitões provenientes da transferência cruzada) por leitões desmamados, nas suas respectivas posições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram diferença significativa a 5% de probabilidade entre as posições dentro das instalações. As médias das temperaturas: auricular, pele, vulva e temperaturas de piso e telhado nas diferentes localizações do galpão são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Médias das temperaturas auriculares, pele (região lombar), vulva e temperaturas de piso e telhado em diferentes locais no galpão de maternidade da granja Escola FESURV/BRF – Brasil Foods 2012.

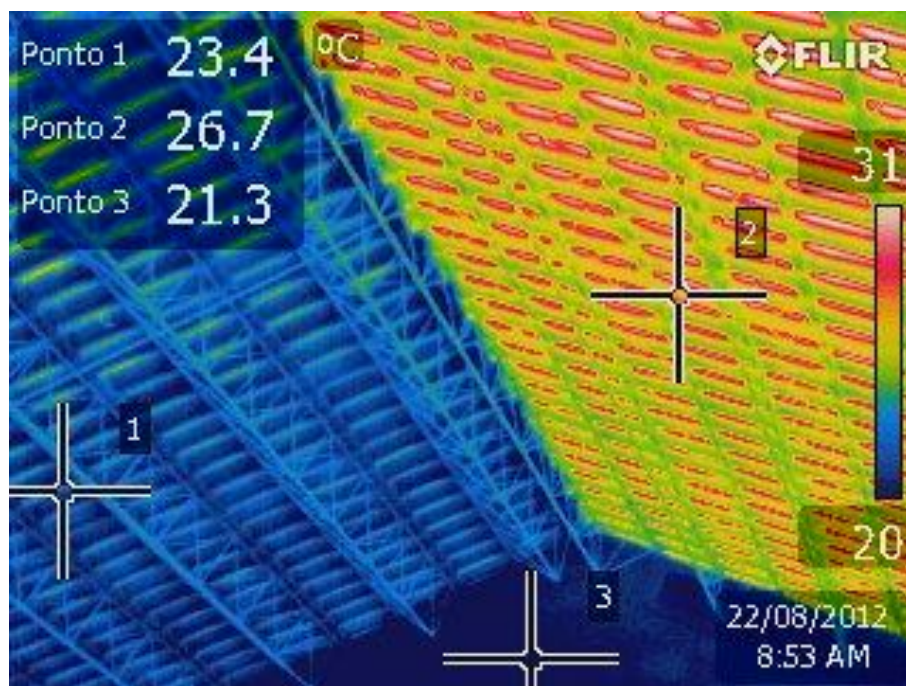
Posição	Ttelhado	Tpiso	Tpele	Tvulva	Tauricular
1	28.5817 a	26.0033 a	32.4092 a	34.7942 ab	33.5158 b
2	29.6175 b	26.6200 ab	34.0308 b	35.3058 b	31.3742 a
3	30.6767 c	25.9408 a	33.5600 b	35.3050 b	30.1983 a
4	31.5683 d	27.0933 b	33.4942 b	34.7183 a	31.1108 a

Mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

Fonte: Autor, 2012

Pode-se observar que as diferentes posições dentro do galpão influenciaram estatisticamente o local de coleta nas fêmeas e a as temperaturas de piso e telhado na instalação. Na temperatura de telhado, houve diferença estatística entre todas as

posições, com as temperaturas mais altas observadas nas posições 3 e 4 conforme Figura 2. De acordo com a codificação de cores utilizada nessa imagem, azul é mais frio, vermelho mais quente e branco mais quente ainda.



Fonte: Autor, 2012

Figura 2. Registros de temperatura do telhado a partir de imagem termográfica de maternidade suinícola. Registro as 8h 53 min - Ponto 1 (lado esquerdo) e Ponto 2 (lado direito)

Para Turnpenny et al. (2000), em instalações de animais, o telhado tem papel primário na determinação das suas trocas térmicas, principalmente, em regiões com clima quente. Neste contexto, o fluxo de calor através das coberturas é a causa principal do desconforto no interior das instalações (Rosa, 1984). Por isso, deve-se estar sempre atento a animais inseridos nos locais mais quentes da instalação, porque de acordo com Abreu et al. (2011), uma vez que a energia térmica da superfície superior da telha é repassada para a superfície inferior da telha podendo elevar a temperatura interna da instalação, nas horas de maior estresse por calor. Assim, o telhado das instalações tem sido o elemento mais relevante a ser considerado para promover o conforto térmico dos animais em regiões de clima quente.

Dentro das instalações, cerca de 20% de toda a carga térmica de radiação incidente provém do telhado. Esse efeito pode ser alterado não só pela escolha do material utilizado, mas também modificando-se a distância entre o piso e a cobertura (Sabino et al., 2011). Por esta razão, em algumas regiões do mundo, têm-se utilizado mecanismos para reduzir o ganho de calor total da telha, provendo efeito refrescante para as instalações (Faghieh e Bahadori, 2010).

Comparando as temperaturas de piso das posições 1, 2 e 3 com a posição 4, foi observada diferença significativa, com maior temperatura encontrada na posição 4. Porém, nas quatro posições estudadas, a temperatura do piso da baia ficou abaixo da indicada para leitões nessa fase de lactação que é de 30 a 32°C, segundo Silva (1999), principalmente, em relação à primeira semana de vida dos animais. Mas, a adequação da temperatura para esses animais é regulada por meio de abrigo escamoteador. Quando isto não ocorre, os leitões podem ficar expostos a condições de estresse por frio e isto pode trazer riscos aos mesmos, pois eles podem procurar se aquecer junto ao úbere da porca, ficando expostos à área de esmagamento (Sobestiansky et al., 1998). A imagem termográfica da Figura 3 ilustra a matriz deitada na baia, e a diferença entre as temperaturas de piso.



Fonte: Autor, 2012

Figura 3. Imagem termográfica de matriz suína e do piso com destaque para diferentes pontos

Procedeu-se a análise de regressão linear múltipla para determinação das equações para estimativa das temperaturas. A Tabela 2 apresenta as equações, os coeficientes de determinação (R^2) e os valores de probabilidade (P) para cada uma das temperaturas. Para estimar as temperaturas ambientais, basta substituir o valor de x na Tabela 2 pelo horário estudado.

Tabela 2. Análises de regressão linear múltipla para determinação das equações para estimativa das temperaturas

Temperatura	Equação	R^2	P
Auricular	$y = 26,6786 + 0,8315x - 0,0313x^2$	62,71%	0,004
Pele	$y = 21,4160 + 1,7760x - 0,0598x^2$	99,38%	0,000
Vulva	$y = 28,9148 + 0,8849x - 0,0290x^2$	99,77%	0,000
Piso	$y = 1,6552 + 3,6089x - 0,1193x^2$	99,88%	0,000
Telhado	$y = -49,4762 + 12,5929x - 0,4477x^2$	97,21%	0,000

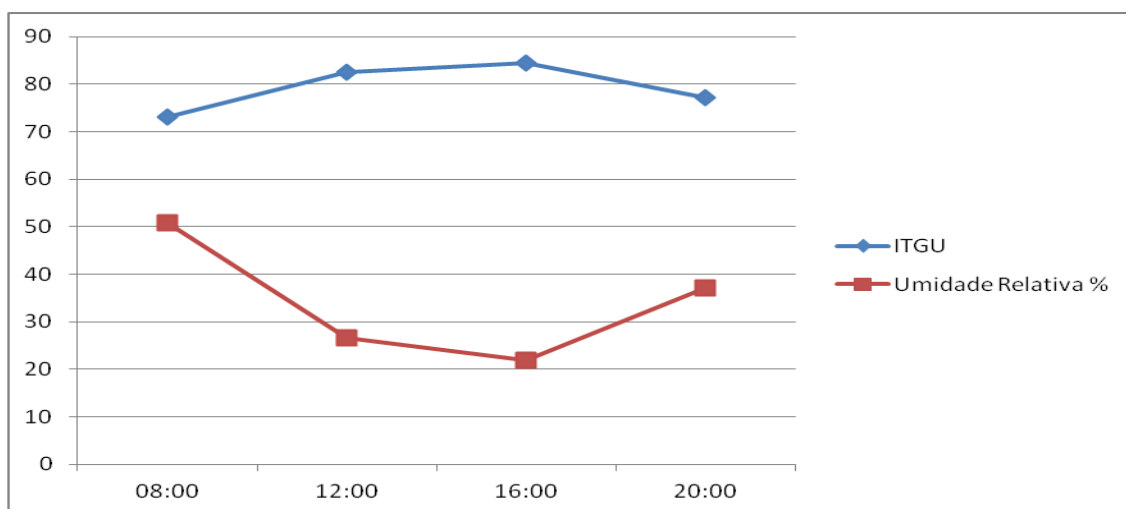
Fonte: Autor, 2012

Foram analisadas as correlações entre as variáveis. Embora a forma mais comum de medir a temperatura corporal de suínos seja via temperatura retal, nesse experimento, as medições foram de forma não invasiva buscando identificar se seria possível obter correlação entre a temperatura ambiente e as formas de coleta da temperatura corporal. Observou-se correlação significativa ($P < 0,01$) entre a temperatura ambiente e as temperaturas corporais estudadas. A maior correlação encontrada foi com a temperatura da pele ($r = 0,260$), seguida da temperatura da vulva ($r = 0,215$).

Para a temperatura auricular houve correlação negativa ($r = -0,183$). Este resultado pode ser justificado em parte, pela dificuldade de manter esses animais sem movimentação no momento da coleta, onde muitas vezes a aferição era realizada na região da orelha, que é de fato uma região mais fria, por localizar-se nas extremidades do corpo do animal.

O Gráfico 1 mostra os valores médios de índice de globo negro e umidade (ITGU) e umidade relativa do ar encontrados em cada horário estudado durante todo período de experimento.

Gráfico 1. Médias encontradas para as variáveis estudadas de índice de globo negro e umidade (ITGU) e umidade relativa do ar, às 8h, 12h, 16h e 20h, durante o período experimental



Fonte: Autor, 2012

Para atender às condições de conforto térmico das matrizes e leitões, Turco et al. (1995) recomendam que as maternidades suinícolas devem propiciar o ITGU em torno de 72 para as matrizes e 80 para os leitões, podendo-se portanto, esperar índices produtivos satisfatórios nesse quesito.

Ao se comparar os valores ITGU encontrados no presente estudo com aqueles de termoneutralidade para suínos indicados na literatura por Thom (1958), Hannas (1999) e Di Campos et al. (2005), é possível afirmar que as temperaturas internas ao galpão apresentou ITGUs inadequados para a criação de matrizes, no período em estudo. Todos os ITGUs apresentaram condição de alerta ou perigo em todos os horários analisados. As coberturas apresentaram o mesmo comportamento para ITGU, com valores diferentes estatisticamente para os diferentes horários de coleta, sendo o horário das 16h o que apresentou maiores valores, corroborando resultados obtidos por Sampaio et al. (2009). Nas variáveis encontradas neste trabalho, observa-se que o conforto térmico das matrizes encontra-se em detrimento as altas temperaturas ambientais do município, podendo assim, prejudicar o desempenho esperado dos animais confinados.

Ao se analisar a correlação entre a temperatura ambiente e a temperatura do telhado encontrou-se $r = 0,188$ ($P < 0,01$). Para a temperatura do piso, o coeficiente de correlação foi $r = 0,098$ ($P < 0,05$). A Tabela 3 apresenta os dados referentes à morte de

leitões na 1ª semana, razão de leitões desmamados e eficiência de criação dos leitões da Granja Escola FESURV/BRF – Brasil Foods.

Tabela 3. Morte de leitões na 1ª semana, razão de leitões desmamados criados por porca e eficiência de criação dos leitões da granja Escola FESURV/BRF – Brasil Foods

	Morte Leitões na 1ª semana	Razão de Leitões Desmamados por Criados	Eficiência de criação dos leitões (%)
Posição 1	02	22/24	91,66
Posição 2	03	17/20	85,00
Posição 3	05	22/27	81,48
Posição 4	02	25/27	92,59

Fonte: Autor, 2012

Apesar de ter havido diferença significativa ($P < 0,05$) na temperatura de piso entre as posições estudadas, mantendo-se abaixo da temperatura ideal recomendada para esta categoria animal, a posição 4 obteve melhor eficiência de criação dos leitões que nas demais posições. Fato que pode ser justificado, em parte, pela quantidade de leitões criados por desmamados ser maior quando comparados às demais posições.

CONCLUSÕES

1. A temperatura de pele apresentou resultados satisfatórios, podendo ser adotada como alternativa a temperatura retal, para avaliar temperatura de matrizes e não influenciar no comportamento natural, evitando estresse dentro da baia nos primeiros dias de vida dos leitões.
2. Os altos valores encontrados do índice de conforto térmico ambiental (ITGU) e a temperatura do telhado possui relação direta com o bem-estar dos animais alojados. Indica-se a instalação de nebulizadores nesse galpão.
3. A identificação da relação das posições com os índices térmicos auxilia na identificação das baias mais susceptíveis ao estresse ambiental, permitindo que se adotem manejos diferenciados para amenizar os possíveis problemas.

4. As imagens termográficas foram uma ferramenta útil para a coleta não invasiva de temperaturas mostrando-se como facilitadora para identificar diferenças significativas de temperatura de superfície.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N; COSTA, O. A. D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, p. 1728-1734, 2001.

ABREU, P. G. et al. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1193-1198. 2011.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

DI CAMPOS, M. S. **Aproveitamento das cinzas da queima da cama sobreposta de suínos como substituição parcial do cimento Portland**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

FAGHIH, A. K; BAHADORI, M. N. Three dimensional numerical investigation of air flow over domed roofs. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 98, p. 161-168. 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HACK, E. C et al. Geração de resíduos provenientes da suinocultura na região Oeste do Paraná: Um caso de insustentabilidade. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 10, n. 2, , p. 21-36, 2011.

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: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.01-33.

HOLANDA, M.C.R. et al. Tamanho da leitegada e pesos médios, ao nascer e aos 21 dias de idade, de leitões da raça Large White. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, n.4, p.539-544, 2005.

PANDORFI, H. et al. Microclima de abrigos escamoteadores para leitões submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n.1, p.99-106, 2005.

PANDORFI, H. **Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica**. 2002. 89f. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/SP, Piracicaba, 2002.

ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão**. 1984. 77f. Dissertação (Mestrado)-UFV/MG, Viçosa, 1984.

ROPPA, L. A produção de carnes nos próximos 20 anos: desafios e oportunidades. **Revista Suinocultura**. Disponível em: www.suinocultura.com/oiporc2011/images/swf/oiporc.../pdf/32.pdf. Acesso em: 16/11/2012.

SARUBBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia elétrica em uma instalação suinícola na região de Boituva-SP**. 2005. 102f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SABINO, L. A. et al. Comportamento suíno influenciado por dois modelos de maternidade. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2011, vol.15, n.12, p. 1321-1327.

SAMPAIO, C.A.P. et al. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro/Petrolina, Brasil. **Anais...** Juazeiro(BA)/Petrolina (PE): SBEA, 2009. V.1.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 1-18, 2000.

SILVA, I. J. O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: Simpósio Internacional de Suinocultura. São Paulo, 1999. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 1999. p.108-121.

SIQUEIRA NETO, M. et al. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma Cerrado. **Revista Brasileira Ciência Solo**, vol. 35, n. 1, p. 63-76. 2011.

SOBESTIANSKY, J. R. et al. **Suinocultura intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: SPI; Concórdia: CNPSA, 1998. p. 135-161.

STARLING, J. M. C. et al. Variação estacional dos hormônios tireoideanos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2064-2073, 2005.

TANGA, R.; ETZIONB, Y. Cooling performance of roof ponds with gunny bags floating on water surface as compared with a movable insulation. **Renewable Energy**, v. 30, p. 1373-1385, 2005.

THOM, E.C. Cooling degree - day air conditioning, heating and ventilating. **Transactions of the ASAE**, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

TURCO, S. H. N. et al. **Utilização da ventilação forçada e resfriamento adiabático localizados em maternidades de suínos**. Jaboticabal, SBEA, 18p. 1995.

TURNPENNY, J. R. et al. Thermal balance of livestock. Applications of a parsimonious model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 101, p. 29-52, 2000.