

ANÁLISE DE IMAGEM APLICADA AO ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE LEITÕES EM ABRIGO ESCAMOTEADOR

HELITON PANDORFI,¹
IRAN JOSÉ DE OLIVEIRA SILVA,²
DANIELLA JORGE DE MOURA³,
KELLY BOTIGELI SEVEGNANI⁴

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ambiente. Doutorando do Curso de Física do Ambiente Agrícola – ESALQ-USP. Professor da Faculdade Cantareira. E-mail: hpandorf@esalq.usp.br.

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Rural. NUPEA/ESALQ-USP.

³ Eng. Agrônomo, Prof^a. Doutora, Departamento de Engenharia Rural NUPEA/ESALQ-USP.

⁴ Eng. Agrônomo, Pós-Doutoranda, Departamento de Engenharia Rural NUPEA/ESALQ-USP

RESUMO

Objetivo geral desta pesquisa foi o de avaliar por meio de análise de imagem o comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento. O experimento foi realizado no período de 18 de julho de 2002 a 05 de agosto de 2002, em uma propriedade de produção industrial de suínos, localizada no município de Elias Fausto, estado de São Paulo. A pesquisa foi desenvolvida na sala da maternidade, com 80 animais entre o nascimento e o desmame. Os tratamentos adotados para avaliação da eficiência dos diferentes sistemas de aquecimento do abrigo escamoteador foram: piso térmico, lâmpada incandescente, resistência elétrica e lâmpada de infravermelho. A avaliação física dos ambientes, foi realizada por meio das variáveis ambientais, temperatura de bulbo seco (Ts), de bulbo úmido (Tu) e de globo negro (Tg), registrados por cabos termopares tipo T, em intervalo horário e armazenados em uma plataforma automática de dados. A entalpia foi determinada por variáveis ambientais registradas. Os dados ambientais foram registrados no ambiente externo, sala da maternidade e no interior de cada abrigo escamoteador avaliado, ao longo de 19 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 tratamentos e 18 blocos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). Os valores médios de Ts apontam que o ambiente com piso térmico apresentou uma menor temperatura no microclima gerado, seguido da lâmpada incandescente, resistência elétrica e lâmpada de infravermelho, sendo que os 3 primeiros tratamentos atendem a condição de conforto recomendada aos leitões na maternidade. A avaliação comportamental utilizando a análise de imagem indicou o piso térmico como o mais eficiente nas trocas de calor sensível por condução (contato), promovendo uma melhor condição de conforto aos animais.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the behavior of piglets in different heating systems using the image analysis and geostatistics. The experiment was conducted from July 18th of 2002 to August 05th of 2002, in a commercial swine production farm, located in Elias Fausto city, state of São Paulo. This research was developed in the farrowing house, with 80 piglets between birth and weaning. The treatments were the different heating systems: heat mat, standard heat lamp, electric resistance and infrared lamp. Environmental dry bulb (Ts), wet bulb (Tu) and black globe temperature (Tg), were measured with T thermocouples and recorded each 60 minutes in a datalogger. The climatic data were taken inside and outside the farrowing house and inside each studied creep, during two periods of 19 days long. The statistical design of the experiment was randomized block with 4 treatments and 18 blocks. A Tukey test with 1% of probability was performed to compare the results averages. The average values of Ts point that the environment with heat mat presented a lesser temperature in the generated microclimate, followed of the standard heat lamp, electric resistance and infrared lamp, being that the 3 first treatments take care of the recommended condition of comfort to the piglets in the farrowing house. The behavior of the piglets was evaluated using the image analysis indicated the best treatment the heat mat as in the exchanges of sensible heat for conduction (contact), promoting one better condition of comfort to the animals.

Palavras-chave: comportamento animal, conforto térmico, suinocultura.

INTRODUÇÃO

Na suinocultura, um dos maiores problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar animal está na maternidade, onde se tem dois ambientes distintos a serem avaliados, cuja exigências são diferenciadas. Na realidade, essa situação é um dos grandes problemas do produtor, pois, em um pequeno espaço físico, há a necessidade de proporcionar dois microambientes diferentes e, caso isso não ocorra, os desempenhos das matrizes e dos leitões não serão satisfatórios.

Os animais exibem o nível de conforto térmico apresentando comportamentos distintos, ora amontoados, ora agrupados lado a lado ou esparsos. Esses são os padrões de postura dos leitões que se submetem ao frio, ao conforto, e à sensação de calor, respectivamente (MOUNT, 1968).

A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos suínos pela análise de imagem superam os problemas inerentes ao método convencional de observação, pois, utilizam os próprios animais como um biosensor em resposta aos reflexos do ambiente por meio do estudo comportamental (XIN & SHAO, 2002).

Dessa forma, o esforço da pesquisa é o de desenvolver um sistema automatizado, em tempo real, pela análise de imagens, que execute a avaliação e o controle contínuo do conforto térmico dos suínos confinados, baseando-se em seus testes padrões de comportamento. Baseando-se nisso, o objetivo geral desta pesquisa consiste a avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento nos abrigos escamoteadores, utilizando, como ferramenta de avaliação, a análise de imagem para o entendimento do comportamento animal.

MATERIAL E MÉTODOS

Conforme já dito, o desenvolvimento da pesquisa foi realizado na sala da maternidade, no período compreendido entre o nascimento e o desmame dos leitões, com duração média de 19 dias, de acordo com o manejo adotado nessa produção.

Na pesquisa, foi avaliada a eficiência de 4 sistemas de aquecimento nos abrigos escamoteadores, constituindo-se os seguintes tratamentos:

- **Tratamento 1:** abrigo escamoteador equipado com piso térmico de placas pré-moldadas de compósitos biomassa vegetal-cimento aquecido por meio de resistência elétrica, confeccionadas no Laboratório de Ensaio de Materiais, da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, com dimensões de 0,40 x 0,50 m, compondo um conjunto de 3 placas por abrigo (Rossi et al, 2002).
- **Tratamento 2:** abrigo escamoteador equipado com lâmpada incandescente de 200W, fixada na parede de uma das extremidades do abrigo, a uma altura de 0,50 m do piso.
- **Tratamento 3:** abrigo escamoteador equipado com resistência elétrica de 200W, fixada na parede de uma das extremidades do abrigo, a uma altura de 0,50 m do piso.
- **Tratamento 4:** abrigo escamoteador equipado com lâmpada de infravermelho de 250W, fixada na parede de uma das extremidades do abrigo, a uma altura de 0,50 m do piso.

Os abrigos escamoteadores possuem as dimensões de 1,50 m de comprimento por 0,55 m de largura, por 0,65 m de altura, totalizando uma área de 0,82 m², e um volume de 0,53 m³. Em todos os tratamentos, a área de piso foi coberta por uma cama de maravalha, e os sistemas de aquecimento permaneceram acionados durante todo o período experimental (Figura 1).



Figura 1. Ilustração esquemática do abrigo escamoteador e posicionamento do sistema de aquecimento (1) e da microcâmera (2)

Foram monitoradas as variáveis ambientais no abrigo escamoteador em oito celas parideiras avaliadas, na sala da maternidade e no ambiente externo. Foram registradas, por meio de sensores conectados a uma plataforma automática de coleta de dados, as seguintes variáveis: temperatura de bulbo seco (T_s), temperatura de bulbo úmido (T_u), temperatura de globo negro (T_g).

O registro dos dados de temperatura foi realizado em intervalos de 15 minutos, durante os 19 primeiros dias de vida dos leitões, período em que os animais permaneceram na maternidade. Os sensores para a obtenção da temperatura eram compostos por uma rede de cabos termopares do tipo T (cobre-constantan).

Nos abrigos escamoteadores, os sensores, para determinação da T_s , T_u e T_g , foram acoplados à tampa dos abrigos escamoteadores, distando 0,55 m do piso. Na sala da maternidade, as variáveis ambientais foram registradas no interior da instalação, na região central das baias estudadas, a uma altura de 1,3 m do piso. Na área externa às instalações, os sensores foram instalados no interior de um abrigo meteorológico, a 1,5 m de altura da superfície, representando o microclima do local.

O ponto fundamental desta pesquisa é justamente a avaliação dos sistemas de aquecimento, usando a análise comportamental dos animais, para compreensão da eficiência do sistema em função da sensação do conforto animal.

Na pesquisa utilizou-se, como ferramenta para registro desses dados, a análise de imagem por meio de microcâmeras instaladas no interior de cada abrigo escamoteador. Para isso, foram utilizadas microcâmeras preto e branco com lente de 2,45 mm e *leds* de infravermelho, o que permitiu obter as imagens nos abrigos onde não havia fontes de luz, no caso daqueles equipados com piso térmico e resistência elétrica. As imagens registradas foram analisadas com o objetivo de verificar a frequência de uso e o tempo de permanência dos animais no abrigo, permitindo verificar a descrição do comportamento dos animais dentro do abrigo em função dos sistemas de aquecimento e das variáveis ambientais envolvidas no estudo. O registro e armazenamento das imagens foram realizados diariamente, em intervalos de 2 minutos, sendo gerenciadas pelo *software* “VIDEOCAP”, armazenando as informações num banco de dados para posterior análise.

A análise das imagens foi realizada em três dias críticos, considerados nessa pesquisa como os dias de menor entalpia do período, segundo Moura et al. (1997). Deve-se considerar que, por se tratar de aquecimento, adotou-se a menor entalpia como crítica, por considerar a menor quantidade de calor presente em uma parcela de ar seco, de acordo com a equação proposta por Albright (1990):

$$H = 1,006T_s + W(2501 + 1,805T_s), \text{ onde:}$$

H= entalpia (kJ.kg ar seco⁻¹); T_s = temperatura de bulbo seco (°C); W = razão de mistura (kg vapor d'água . kg ar seco⁻¹).

Além das variáveis ambientais, foram também registradas as variações de temperatura do piso, de todos os abrigos escamoteadores envolvidos no estudo, visando à identificação da variação especial da temperatura na área do abrigo, em relação às diferentes fontes de aquecimento. O registro dos dados foi realizado manualmente, em intervalos de 4 horas, no período das 8 às 20 horas, totalizando 4 observações diárias. A representação das isotermas foi realizada por meio do *software* “SURFER”.

O registro da temperatura do piso foi realizado em 9 pontos, de acordo com a representação esquemática da Figura 2.

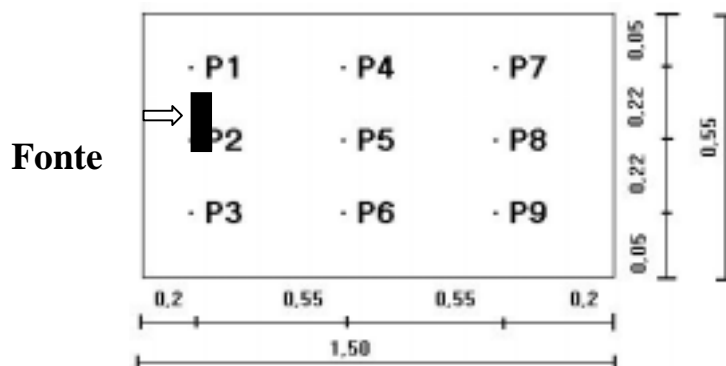


Figura 2 - Representação esquemática dos pontos de medida de temperatura do piso nos abrigos escamoteadores

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), adotando-se 4 tratamentos e 18 blocos. Pelo fato de não se trabalhar com repetições, considerou-se os blocos como o número de observações diárias (18 dias) estudadas no experimento (Tabela 1). As médias das variáveis resposta dos microambientes foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). Toda a análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico *Statistical Analysis System* (SAS, 1992).

Tabela 1. Análise da variância utilizada na pesquisa.

C.V.	G.L.
Blocos	17
Tratamentos	3
Resíduo	51
Total	71

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação da temperatura no ambiente em que os animais foram expostos é de fundamental importância para o entendimento do comportamento e distribuição dos animais no abrigo escamoteador. A comparação entre tratamentos, apresentados na Tabela 2, são os resultados médios diários das variáveis resposta dos microambientes estudados, abrigos escamoteadores e seus respectivos sistemas de aquecimento. Verificou-se que todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas para temperatura de bulbo seco (Ts), temperatura de globo negro (Tg), umidade relativa (UR) e entalpia (H).

A temperatura de bulbo seco apresentou uma variação significativa entre os 4 tratamentos estudados. Por meio de valores médios, pôde-se verificar que o ambiente com piso térmico apresentou uma menor temperatura no microclima gerado, seguido da lâmpada incandescente, resistência elétrica e lâmpada de infravermelho, respectivamente. De uma forma geral, pode-se dizer que, para zona de conforto térmico para os leitões na fase da maternidade, os 3 primeiros tratamentos são recomendados, porém, deve-se lembrar que esses dados são valores médios diários.

Tabela 2. Valores médios das variáveis ambientais, observadas durante a permanência dos leitões na maternidade.

Tratamentos	Ts (°C)	Tg (°C)	UR (%)	H (kJ.kg ⁻¹)
Piso térmico	28,7d	28,9c	60,5a	68,9d
Lâmpada incandescente	32,2c	32,8b	48,9b	72,1c
Resistência elétrica	32,9b	32,9b	50,6c	75,9b
Lâmpada de infravermelho	40,4a	41,8a	31,7d	81,1a

Valores médios com letras diferentes, na mesma coluna, diferem pelo Teste de Tukey (P < 0,01).

A Figura 3 mostra a influência do efeito dos diferentes sistemas de aquecimento na temperatura interna dos abrigos escamoteadores. Nessas condições, verifica-se que o aquecimento proporcionado aos leitões, pela lâmpada incandescente e resistência elétrica, foi o que mais se aproximou da faixa de conforto térmico dos animais, 32 a 28°C (Silva, 1999). O tratamento, piso térmico, esteve abaixo da condição recomendada, principalmente na 1ª semana de vida dos animais.

Com relação à lâmpada de infravermelho, os dados referentes à temperatura, no interior do abrigo, esteve, em média, sempre acima da condição ideal, durante toda fase experimental, ultrapassando o valor da temperatura crítica superior (TCS) de 38 a 33°C (Mount, 1968; Curtis, 1983).

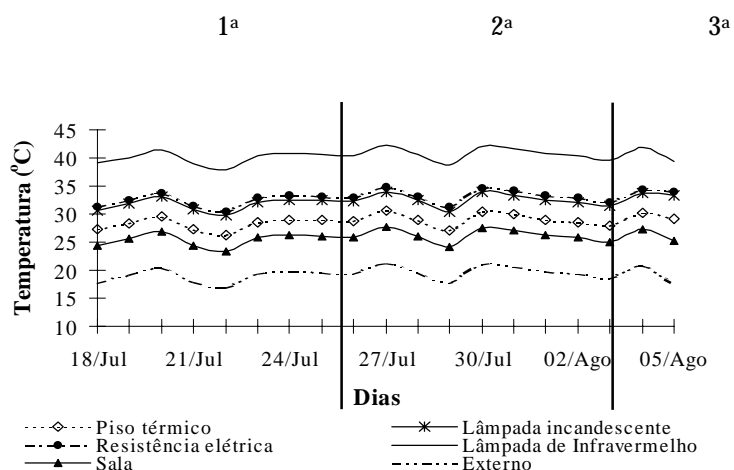


Figura 3 - Variação da temperatura média diária nos diferentes tratamentos na sala da maternidade e no abrigo

Os sistemas de aquecimento mais adequados, mesmo para os dias selecionados, dias de menor entalpia, foram lâmpada incandescente e resistência elétrica (Figura 5). Para os outros tratamentos, a temperatura apresentou-se acima (lâmpada de infravermelho), e abaixo (piso térmico), das condições de conforto térmico dos leitões, 32 a 28°C (Silva, 1999).

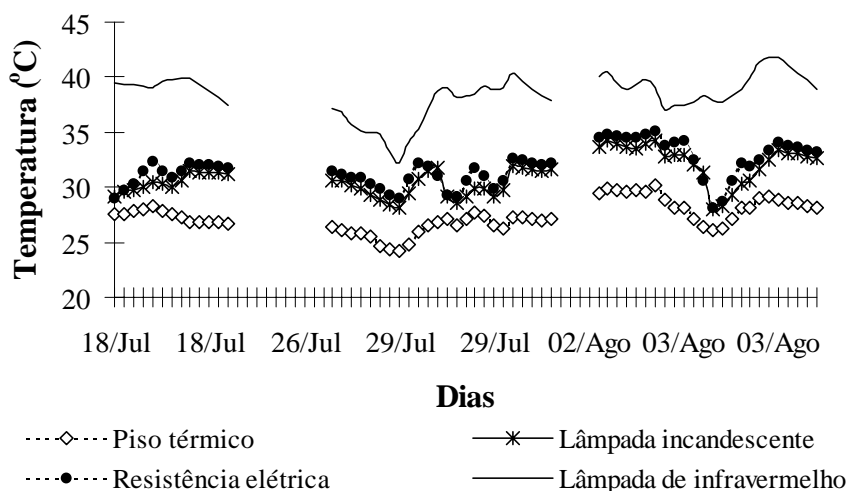


Figura 5 - Variação da temperatura para os dias de menor entalpia nos diferentes tratamentos avaliados.

Com relação aos dados referentes à temperatura de globo negro, os valores registrados para os diferentes sistemas de aquecimento estudados apresentaram o mesmo comportamento da T_s , devido à pequena variação apresentada entre as respectivas variáveis ambientais.

Os valores médios da entalpia (H) apresentaram resultados que apontam diferenças estatísticas entre todos os tratamentos. O maior valor verificado foi para o abrigo equipado com lâmpada de infravermelho, resistência elétrica, lâmpada incandescente e piso térmico, respectivamente, expressando a quantidade de energia interna da parcela de ar, nos microambientes avaliados, em relação à soma de suas componentes, de uma mistura de ar seco e vapor d'água, levando-se em consideração a T_s (°C) e a razão de mistura (kg de vapor d'água/kg de ar seco).

Para certificar-se das informações citadas acima, procurou-se representar as variações mínimas de entalpia verificadas nesta fase, como se pode observar na Figura 7. Considerando-se as condições mínimas de entalpia, para o cálculo dessa grandeza psicrométrica, utilizou a temperatura mínima diária.

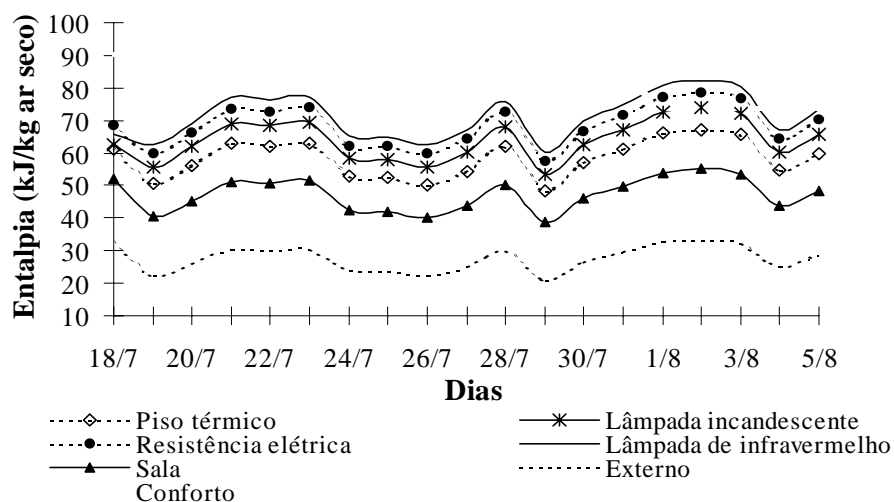


Figura 7 - Variação da entalpia mínima diária nos diferentes tratamentos na sala da maternidade e no abrigo meteorológico (ambiente externo).

Considerando-se a quantidade de calor existente na massa de ar seco dentro de cada abrigo escamoteador, pode-se dizer, pelos dados apresentados na Figura 7, que nenhum dos tratamentos estudados foi eficiente no acondicionamento dos animais, durante as duas primeiras semanas críticas de vida dos leitões, porém, para a 3ª semana, os sistemas de aquecimento, lâmpada incandescente, resistência elétrica e lâmpada de infravermelho, atenderam efetivamente a condição de conforto dos animais.

Em função dessas imagens geradas pelas microcâmeras de vídeo e da identificação do posicionamento de cada animal no microambiente, associou-se o posicionamento dos animais com o perfil de distribuição da temperatura no piso de cada abrigo estudado. Dessa forma, a análise foi realizada para o dia crítico do período

(03/08/02) considerado o mais frio, para os horários de maior e menor temperatura nesse dia, de acordo com os dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores horários de temperatura no interior da sala da maternidade, para o dia crítico (03/08/02)

Horário	Temperatura (°C)	Horário	Temperatura (°C)
8 h	24,7	15 h	25,4
9 h	24,8	16 h	25,5
10 h	24,8	17 h	25,4
11 h	25,0	18 h	25,4
12 h	25,1	19 h	25,1
13 h	25,1	20 h	24,9
14 h	25,2		

Nas Figuras 8 (a) e 9 (a), são apresentadas as imagens gravadas pela microcâmera, no abrigo equipado com piso térmico, nos horários das 8 e 16 horas, em que se observou a distribuição dos animais no abrigo. Nas Figuras 8 (b) e 9 (b), mostrou-se o resultado do comportamento dos animais em função da temperatura do piso, em que se observou as isotermas no abrigo.

De acordo com a Figura 8 (b), notou-se que no horário mais frio do dia (8 horas), a disposição dos animais está na região onde a faixa da temperatura do piso é maior, nesse caso entre 29,7 e 30,7°C. Da mesma forma, observou-se que no horário em que a temperatura foi maior (16 horas), a distribuição dos leitões foi diferenciada ao longo dos perfis das isotermas no piso, ou seja, 71% dos animais presentes no abrigo permaneceram na faixa de temperatura entre 29,6 e 30,6°C, e 29% na região onde a temperatura do piso era em torno de 28°C (Figura 9 b).

Esses efeitos podem ser explicados pela eficiência condutiva do piso térmico e pela exigência térmica dos animais, considerando-se que a análise foi realizada na 3ª semana de vida dos animais. Verifica-se, também, a eficiência do sistema de aquecimento, relacionado à variação espacial da temperatura ao longo do piso do abrigo escamoteador e o perfil de distribuição dos animais.

Comparando-se os abrigos com lâmpada incandescente e resistência elétrica, verificou-se que a de variação espacial da temperatura foi reduzida, à medida que se afastou da fonte de aquecimento (Figuras 10 b, 11 b).

Essa tendência também foi observada no piso do abrigo com lâmpada de infravermelho, porém, observou-se que as temperaturas no piso foram inferiores às ideais requeridas. Diante disso, sabe-se que o processo convectivo foi alterado em função da movimentação do ar no interior do escamoteador, o que pode influenciar a distribuição das isotermas no mesmo.

Pode-se observar que a distribuição da temperatura no abrigo com piso térmico foi mais uniforme, o que confirma os resultados apresentados anteriormente. Referindo-se ao perfil de distribuição dos leitões no interior dos abrigos, verifica-se, em geral, que, para todos os tratamentos avaliados, os animais apresentaram a tendência de buscar pontos mais próximos da fonte de calor, ou as faixas de maior temperatura, no horário das 8 horas, sendo que para o horário das 16 horas, o padrão de distribuição inverteu-se ou seja, os animais buscaram regiões do piso, que apresentavam faixas de menor temperatura e mais distantes da fonte de calor.

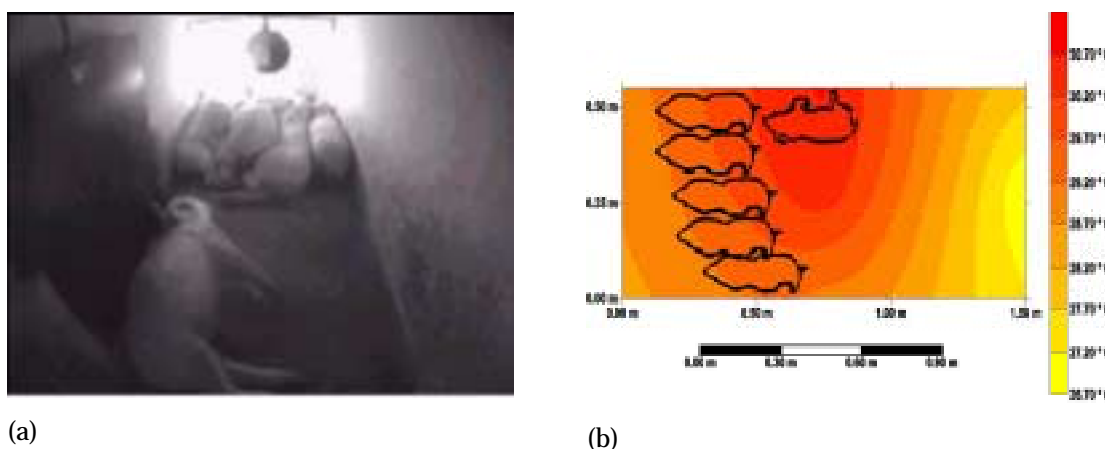


Figura 8 – Imagem captada (a) e representação das isotermas (b), representando o perfil de distribuição dos animais, para o abrigo equipado com piso térmico, para às 8 horas.

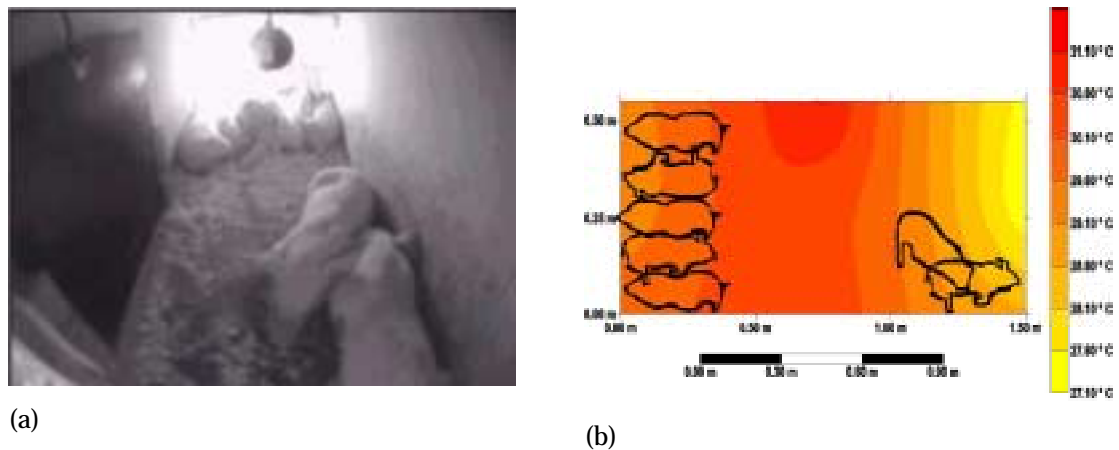


Figura 9 - Imagem captada (a) e representação das isotermas (b), representando o perfil de distribuição dos animais, para o abrigo equipado com piso térmico, para às 16 horas.

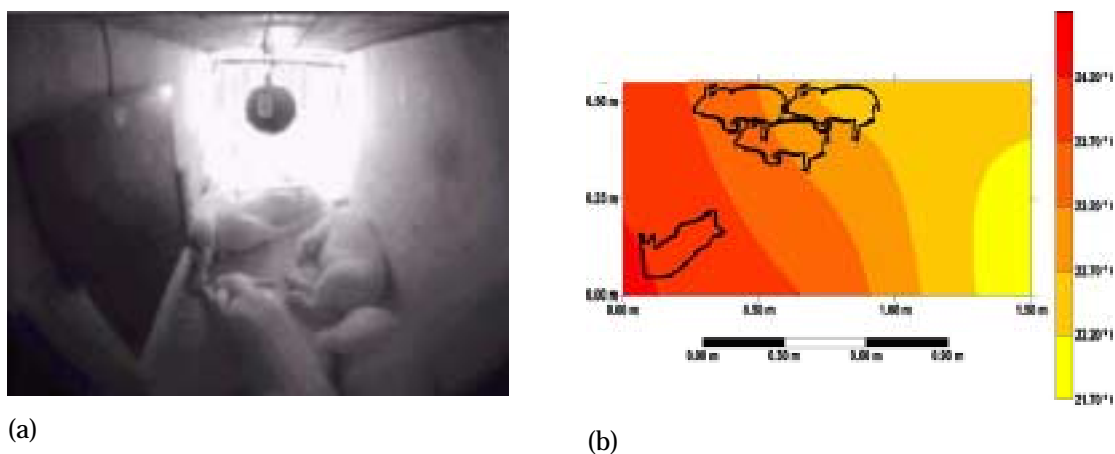


Figura 10 - Imagem captada (a) e representação das isotermas (b), representando o perfil de distribuição dos animais, para o abrigo equipado com lâmpada incandescente, para às 8 horas.

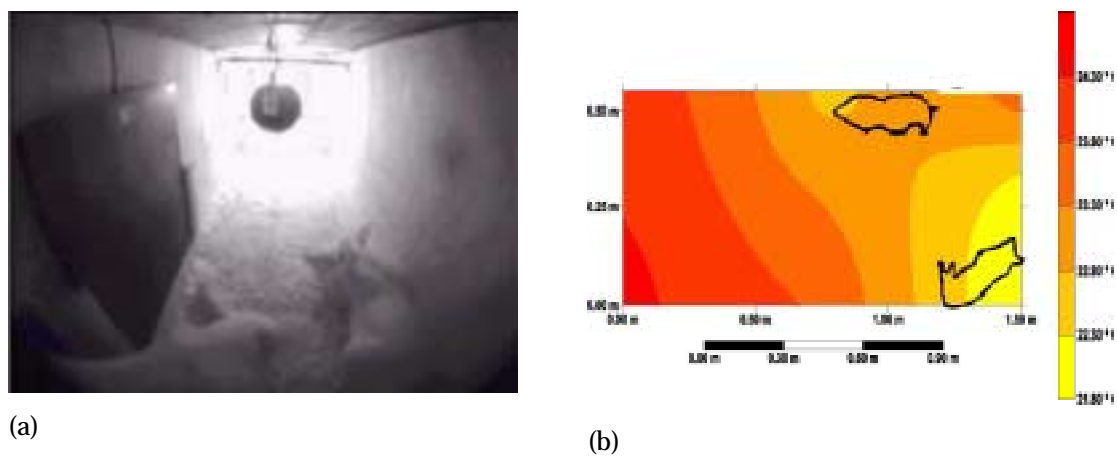


Figura 11 - Imagem captada (a) e representação das isotermas (b), representando o perfil de distribuição dos animais, para o abrigo equipado com lâmpada incandescente, para às 16 horas.

Nesse contexto, a associação das variáveis ambientais estudadas, temperatura e umidade e avaliação comportamental, confirma e valida os resultados da análise de imagem aplicada ao entendimento bioclimático dos leitões, apontando o piso térmico como o mais eficiente nas trocas de calor sensível por condução (contato), promovendo uma melhor condição de conforto aos animais .

CONCLUSÕES

Referindo-se ao perfil de distribuição dos leitões no interior dos abrigos, verifica-se, em geral, que, para todos os tratamentos avaliados, os animais apresentaram a tendência de buscar pontos mais próximos da fonte de calor, ou as faixas de maior temperatura do piso, no horário mais frio, sendo que, para o horário mais quente, o padrão de distribuição inverteu-se, ou seja, os animais buscaram regiões do piso, que apresentavam faixas de menor temperatura e mais distantes da fonte de calor.

A criação das isotermas, por meio da análise de imagem, permitiu analisar o comportamento dos animais em função das variáveis ambientais, indicando o piso térmico como o mais eficiente nas trocas de calor sensível por condução (contato), promovendo uma melhor condição de conforto aos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, L.D. **Environment Control for Animals and Plants**. St. Joseph, Michigan: American Society of Agricultural Engineers Michigan. 1990. (ASAE Textbook, 4), p. 453.

CURTIS, S.E. **Environmental manegement in animal agriculture**. Ames, Iowa: State University Press, 1983. 409p.

MOUNT, L.E. **The Climate Physiology of the Pig**. Baltimore: Williams and Welkins. 1968. 271 p.

MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B.; CORRIA, M.E. The use entalpy as a thermal comfort index. **In: LIVESTICK ENVIRONMENT, V**, St. Joseph, Michigan. **Proceedings: St. Joseph: ASAE**, 1997. v. 1, p. 242-248.

ROSSI, L.A.; CARDOSO, P.E.R.; BERALDO, A.L. Desempenho de placas de argamassa de cimento e casca de arroz aquecidas por resistência elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., Salvador, 2002. **Anais**. Salvador: SBEA, 2002. p. 249-252.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System: reelease 6.08**, (software). Cary, 1992. 620 p.

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, SP: Gessuli, 1999. p. 108-325.

XIN, H.; SHAO, J Real-time Assessment of Swine Thermal Comfort by Computer Vision. In: PROCEEDINGS OF THE WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IN AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES. 2, Foz do Iguaçu, Brasil, 2002. **Proceedings**. Foz do Iguaçu: ASAE, 2002. p. 362-369.