

## AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO E COMPORTAMENTO DE LEITÕES INFLUENCIADO POR DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO

FLÁVIO ALVES DAMASCENO<sup>1</sup>, CARLOS EDUARDO ALVES OLIVEIRA<sup>2</sup>, JAIRO ALESSANDER OSÓRIO SARAZ<sup>3</sup>, LEIDIMAR FREIRE BRANDÃO DAMASCENO<sup>4</sup>, JOÃO ANTÔNIO COSTA DO NASCIMENTO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras – Av. Dr. Sylvio Menicucci, 1001, Kennedy, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: flavio.damasceno@ufla.br

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras – Av. Dr. Sylvio Menicucci, 1001, Kennedy, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: carloseoliveira@hotmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, CRA. 65, 59a-110, Medellín, Antioquia, Colômbia. E-mail: aosorio@unal.edu.com

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto – Rua Prof. Paulo Magalhães Gomes, 122, Bauxita, 35400-000, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. E-mail: leidimarbrandao@gmail.com

<sup>5</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras – Av. Dr. Sylvio Menicucci, 1001, Kennedy, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: jacostadonascimento@gmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes tipos de sistema de aquecimento em abrigo escamoteadores sobre o conforto térmico e comportamento de leitões. Este trabalho foi realizado em uma maternidade de suínos do Centro Experimental em Suinocultura da Universidade Federal de Lavras (MG), no período de outubro a novembro de 2015. Para isto, foi construído um protótipo de aquecedor solar de água utilizando materiais alternativos – SASA, que foi comparando a três outros sistemas de aquecimento (aquecedor de água solar convencional – SASC, lâmpadas de infravermelho – SALI e piso concreto aquecido por meio de resistência elétrica (SAEL)). Com base nos resultados, concluiu-se que os quatro sistemas de aquecimento testados nos abrigos escamoteadores foram deficientes quanto à temperatura adequada para as três semanas de vida dos leitões e comportamento dos leitões no interior do escamoteador que apresentou maior frequência foi o andando.

**Palavras-chave:** análise de imagem, conforto térmico, suíno

## EVALUATION OF THERMAL COMFORT AND BEHAVIOR OF PIGLETS INFLUENCED BY DIFFERENT HEATING SYSTEMS

**ABSTRACT:** The aim of this work was to evaluate the effect of different shelter heating system types on thermal comfort and piglets' behavior. This work was carried out at the swine maternity on the Experimental Center on Swine Industry of Federal University of Lavras, from October to November of 2015. A solar prototype water heater was built using alternative materials - SASA, which was compared to three other heating systems (conventional solar water heater - SASC, infrared lamps - SALI and concrete floor heating by means of electrical resistance (SAEL)) Based on the results, it was concluded that the four tested heating systems in the shelters were deficient in the adequate temperature for the three weeks of piglets' life and about the behavior inside the shelter the one that presented highest frequency was "walking".

**Keywords:** image analysis, thermal comfort, swine.

### 1 INTRODUÇÃO

A criação industrial de suínos é uma atividade que demanda muita dedicação do produtor para obter bons índices de produtividade e, em consequência, resultados

econômicos satisfatórios. Fatores ambientais externos e o microclima dentro das instalações exercem efeitos diretos e indiretos sobre a criação de suínos, ocasionando a diminuição da produtividade, com consequentes danos

econômicos à exploração (PANDORFI et al., 2004).

O sistema de manejo empregado, que inclui o sistema de criação adotado, nutrição, sanidade e tipo de instalação, exercem grande influência no desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos. Essas instalações, que demandam maior volume de investimento fixo inicial, são construídas visando redução de custos e manejo eficiente, ficando negligenciado o bem-estar animal (TOLON; NÄÄS, 2005).

Na maternidade, o problema é mais evidente por conviverem nela duas categorias animais com exigências ambientais muito diferentes. Por um lado, o leitão precisa ser aquecido, e, por outro lado a matriz precisa ser refrigerada. A faixa de conforto térmico ambiente para o leitão nos primeiros dias de vida situa-se entre 32 e 34°C sendo que para a matriz esta faixa é de 16 a 21°C (SOBESTIANSKY et al., 1987).

Normalmente, a solução para esse impasse presente em todas as granjas de suínos é prioritária quando se pretendem aprimorar o desempenho de ambas as categorias.

Desse modo, dentro dos princípios de conforto térmico e bem-estar animal, o produtor se depara com um grande problema, onde em um pequeno espaço físico, é obrigado a proporcionar duas condições ambientais diferentes, caso contrário, o desempenho, tanto dos leitões quanto da matriz, será afetado (PANDORFI et al., 2006).

Um ambiente com condições ambientais estressante pode provocar diversas respostas dependendo da capacidade de adaptação do animal. O animal pode manter as suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) em determinadas situações ambientais, sendo que a função vital prioritária do animal é a manutenção (sobrevivência). Entretanto, tanto a manutenção, quanto a reprodução e a produção estão sendo suprimidas à medida que o ambiente se torna mais severo (BAÊTA; SOUZA, 2010). A perda de calor do leitão logo após o nascimento tem como consequências, o aumento da taxa metabólica do animal, os desvios de nutrientes, pois parte da energia utilizada para produção será utilizada na manutenção da temperatura corporal, a maior susceptibilidade às infecções e a morte nas primeiras horas de vida (MORES et al., 1998).

Um campo extenso a ser pesquisado e discutido é o do comportamento animal como indicador de bem-estar em um sistema de produção. A avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos suínos pela análise de imagem superam os problemas inerentes ao método convencional, pois se utiliza o próprio animal como um biosensor em resposta aos reflexos do ambiente por meio da análise comportamental (SHAO; XIN, 2008). Assim, no que se refere à coleta de informações sobre os aspectos comportamentais, a técnica mais utilizada e disseminada tem sido a utilização de vídeo câmeras que filmam permanentemente e gravam o comportamento dos animais. Esta técnica permite o monitoramento dos animais de maneira relativamente simples e com menor interferência da presença do ser humano sobre o comportamento dos mesmos.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes tipos de sistema de aquecimento em abrigo escamoteadores sobre o conforto térmico e comportamento de leitões.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da maternidade

Todo o estudo foi conduzido durante o período de verão de 2015, numa maternidade de suínos situada na cidade de Lavras – MG, Brasil, situada a 21° 14' de latitude sul, 40° 00' de longitude oeste de Greenwich, a uma altitude de 918,84 m, com temperatura média de 19,4°C, precipitação média anual de 1529,7 mm e 76,2% de umidade relativa do ar.

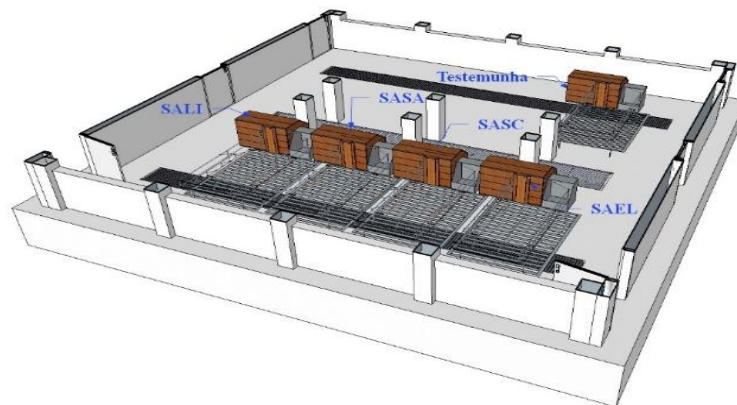
A maternidade utilizada neste experimento apresentava as seguintes características construtivas: dimensões de 8,26 m de largura e 8,40 m de comprimento, pé-direito de 2,15 m, telhado em duas águas, estruturado em madeira e coberto com telhas cerâmicas. No interior da mesma estavam instaladas cinco baias, com 1,80 m de comprimento por 1,35 m de largura, ligadas a escamoteadores de madeira com 1,00 m de comprimento por 0,68 m de largura. Um ventilador/nebulizador foi instalado no interior da maternidade.

## 2.2 Construção e montagem dos sistemas de aquecimento

Na maternidade avaliada, instalaram-se quatro diferentes sistemas de aquecimento: a) abrigo escamoteador equipado com lâmpada infravermelho de 250 W, fixada no teto do abrigo, a uma altura de 0,50 m do piso (SALI); b) abrigo escamoteador equipado com piso térmico de concreto aquecido por meio de tubos

de água quente construído com materiais alternativos (SASA); c) abrigo escamoteador equipado com piso térmico de concreto aquecido por meio de tubos de água quente convencional (SASC) e d) abrigo escamoteador equipado com piso térmico de concreto aquecido por meio de resistência elétrica (SAEL). As distribuições dos sistemas de aquecimento podem ser observadas pelo esquema apresentado na Figura 1.

**Figure 1.** Distribuição dos diferentes sistemas de aquecimento no interior da maternidade.



O sistema de aquecimento de água solar convencional (SASC) possuía um coletor solar de placa de vidro, fabricado em alumínio, com aletas internas pintadas em preto fosco para absorver radiação solar e transferir para tubulação interna. Os componentes do reservatório térmico possuíam cilindro internos e tubos fabricados com aço inoxidável e poliuretano expandido rígido.

O protótipo de aquecedores de água solar fabricado com material alternativo (SASA) foi construído com tubos e conexões de PVC (diâmetro de 1/2"), garrafas PET e caixas de leite (Tetra Pak®). As caixas de leite foram pintadas de preto-foσκο para absorver calor, e mantê-lo retido dentro das garrafas para que fossem transferidos para água através das tubulações de PVC, que também foram pintadas com preto-foσκο. Na construção do protótipo de aquecedor solar alternativo, utilizaram-se 60 garrafas de Politereftalato de Etileno (PET) transparentes de 2 litros. As caixas de leite foram abertas pela parte superior e inferior, utilizando um gabarito de corte proposto por CELESC Distribuição S.A (2010).

Na construção do reservatório de água quente alternativo, utilizou-se uma caixa d'água de fibra de vidro de 50 litros, revestidas de

placas de Poliestireno (30 mm), fita Silver Tape e manta asfáltica autoadesiva de alumínio (2,5 mm) para proteger as placas de Poliestireno contra as intempéries. No reservatório, foram feitos quatro furos de 20 mm cada, sendo dois furos para circulação de água entre o reservatório térmico e o coletor solar e os outros dois furos para circulação de água do reservatório térmico para o piso.

No sistema SAEL, cabos calefadores foram distribuído no interior de um piso de argamassa, sendo que a temperatura era controlada por meio de um termostato analógico.

Para testar os dois sistemas de aquecimento de água foram construídos três pisos de argamassa nas dimensões 74 cm de comprimento, 46 cm de largura e 7 cm de espessura, sendo instalado em cada piso os tratamentos SASA, SASC e SAEL. Para reduzir a dissipação de calor no fundo dos pisos, utilizou-se placas de poliestireno de 30 mm. Em dois pisos, referentes aos tratamentos SASA e SASC, colocou-se uma tubulação de aço galvanizado de 20 mm, formando uma serpentina, objetivando a distribuição uniformemente do calor da água no interior do piso.

No terceiro piso, referente ao tratamento SAEL, instalou-se cabos calefatores que eram controlados por meio de um termostato analógico.

Os dois coletores solares e os reservatórios de água ficaram distanciados da maternidade cerca de 10 m para evitar o sombreamento dos mesmos. Uma bomba d'água de baixa vazão (mod. ZC-T40, de tensão 12V e 1,05A) foi utilizada em cada sistema para forçar a recirculação da água dentro de cada sistema. Em cada piso, foi utilizado um controlador digital (termostato) projetado para aplicações de aquecimento solar, que atuava no controle da circulação da água através da diferença de temperatura entre o piso e o reservatório térmico.

Os leitões utilizados neste estudo eram provenientes de matrizes de mesma ordem de parto e foram equalizados com o objetivo de eliminar fatores de interferência, habilidade materna, número de leitões/leitegada, etc. Cada baia continha entre 8 a 12 leitões que, após o parto, foram remanejados por critério de peso e número de animais, de modo que todos os abrigos estudados permaneceram com um número fixo entre 8 a 12 leitões.

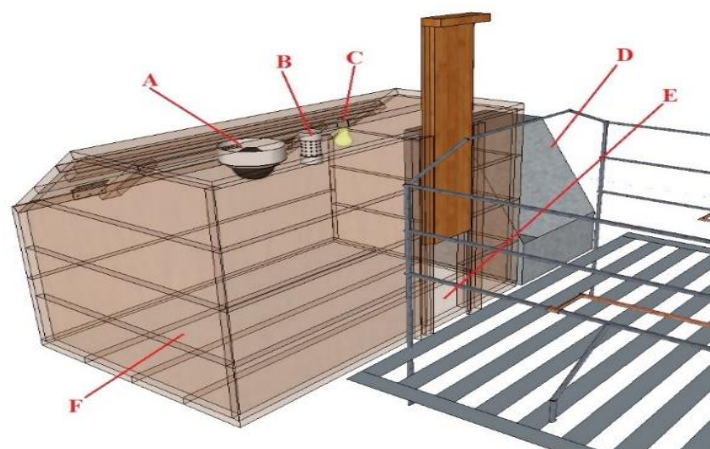
## 2.3 Medição e instrumentação

Durante todas as etapas deste estudo, foram monitoradas as variáveis ambientais no interior do abrigo escamoteador, e nos ambientes interno e externo à sala de maternidade, por meio de sistemas de sensores/registadores, com registro automatizado das seguintes variáveis que compõem o ambiente térmico: temperatura do bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ ), umidade relativa (UR) e velocidade do ar ( $V_{ar}$ ).

O registro destas variáveis ambientais foi realizado a cada 10 minutos, por 24 horas por dia, durante os 21 primeiros dias de vida dos leitões.

Os sensores/registadores de  $t_{bs}$  e UR (Hobo<sup>®</sup>, mod. U12-012 e precisão de  $\pm 2,5\%$ ) foram alojados no interior de um recipiente protetor perfurado, para se evitar danos causados pelos leitões ou excesso de umidade, sendo que, para tanto, as leituras dos mesmos foram comparadas a outro sensor externo a proteção, para se verificar qualquer interferência da proteção sobre a leitura dos equipamentos (Figura 2). A velocidade do ar ( $V_{ar}$ ) foi medida manualmente por meio de um anemômetro de fio-quente (Testo<sup>®</sup>, mod. 416 e resolução de  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ ).

**Figure 2.** Esquema de montagem do sistema de monitoramento de imagens e condições ambientais no interior do abrigo escamoteador. Legenda: A - microcâmera; B - recipiente protetor perfurado com sensores; C - lâmpada led; D - comedouro; E - entrada do escamoteador; F - escamoteador.



Os sensores/registadores foram fixados na tampa dos abrigos escamoteadores a uma distância de 0,5 m do piso, aproximadamente.

Na sala de 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, aproximadamente. Na área externa às instalações, os sensores/registradores foram instalados no interior de um abrigo meteorológico, a 1,5 m de altura da superfície.

O comportamento dos leitões foi avaliado por meio de análises de imagens. As imagens dos leitões foram capturadas utilizando um kit CFTV (Intelbras®, 8 canais e HD de 1,0 terabyte) e oito microcâmeras com infravermelho (Intelbras®, 1000 linhas de definição, CCD lente 3,6 mm, sensor CCD 1/3' e resolução 512 x 492 pixels), sendo que quatro câmeras foram instaladas dentro dos abrigos escamoteadores e quatro câmeras foram instaladas sobre as baias das matrizes (Figura 2). Instalou-se uma lâmpada de led (15 W) no interior de cada abrigo escamoteador para melhorar a captura das imagens.

Os comportamentos dos leitões no interior do escamoteador foram registrados por meio de imagens digitais, em intervalos de 30 minutos, durante cinco diferentes períodos do dia (4:00h; 8:00h; 12:00h; 16:00h; 20:00h; e 23:00h), sendo armazenadas para posterior análise, (Figura 3A), seguindo etograma descrito por Sabino et al. (2011) e Pandorfi et al. (2004):

- a) Deitado aglomerado: quando os leitões estiverem deitados juntos;
- b) Deitado sozinho: quando o leitão estiver deitado separado dos outros;
- c) Interagindo: quando o leitão estiver brincando ou brigando com os outros;
- d) Sem leitões: quando não houverem leitões no escamoteador;
- e) Andando: leitão sozinho andando no escamoteador.

**Figure 3.** Imagem do comportamento dos leitões no interior (a) e exterior do escamoteador (b).



Para avaliação do comportamento dos leitões fora do escamoteador, também se

registrou as imagens a cada 30 minutos, no mesmo período do dia. Utilizou-se o etograma

comportamental para avaliação da leitegada no ambiente da cela, (Figura 3b), conforme descrito por Sabino et al. (2011) e Pandorfi et al. (2004):

- a) Mamando: quando o leitão estiver na teta da matriz;
- b) Fora do escamoteador: quando o leitão estiver fora do escamoteador e não caracterizar os outros comportamentos avaliados;
- c) Comendo: quando o leitão estiver no comedouro;
- d) Bebendo: quando o leitão estiver no bebedouro;
- e) Interagindo: quando o leitão estiver brincando ou brigando com os outros.
- f) Deitado aglomerado: quando os leitões estiverem deitados juntos;
- g) Deitado sozinho: quando o leitão estiver deitado separado dos outros; e
- h) Sem leitões: quando não houverem leitões na baía.

Para melhor entendimento dos comportamentos dos leitões, calculou-se o percentual médio do número de leitões executando-se cada atividade analisada durante cinco diferentes períodos do dia.

## 2.4 Delineamento experimental e análise estatística

Para a análise das variáveis, adotou-se o delineamento em blocos causalizados (DBC), com 4 tratamentos e 5 blocos (horários), sendo blocos os números de observações diárias estudadas no experimento. As médias das variáveis respostas dos microambientes foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). A análise estatística dos resultados foi realizada por meio do software SAS<sup>®</sup> (SAS, 1992).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Bem-estar dos leitões

A análise dos dados de temperatura de bulbo seco ( $t_{bs}$ ) e umidade relativa do ar (UR), obtidos no interior e exterior dos abrigos escamoteadores, foram realizadas observando-se três regiões distintas, sendo a limite de conforto, acima do limite de conforto superior (LCS) e abaixo limite de conforto inferior (LCI), com base nas  $t_{bs}$  e UR máximas e mínimas apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Limite de conforto inferior (LCI) e superior (LCS) de temperatura de bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ , °C) e umidade do ar (UR, %) recomendados para cada semana de vida dos leitões.

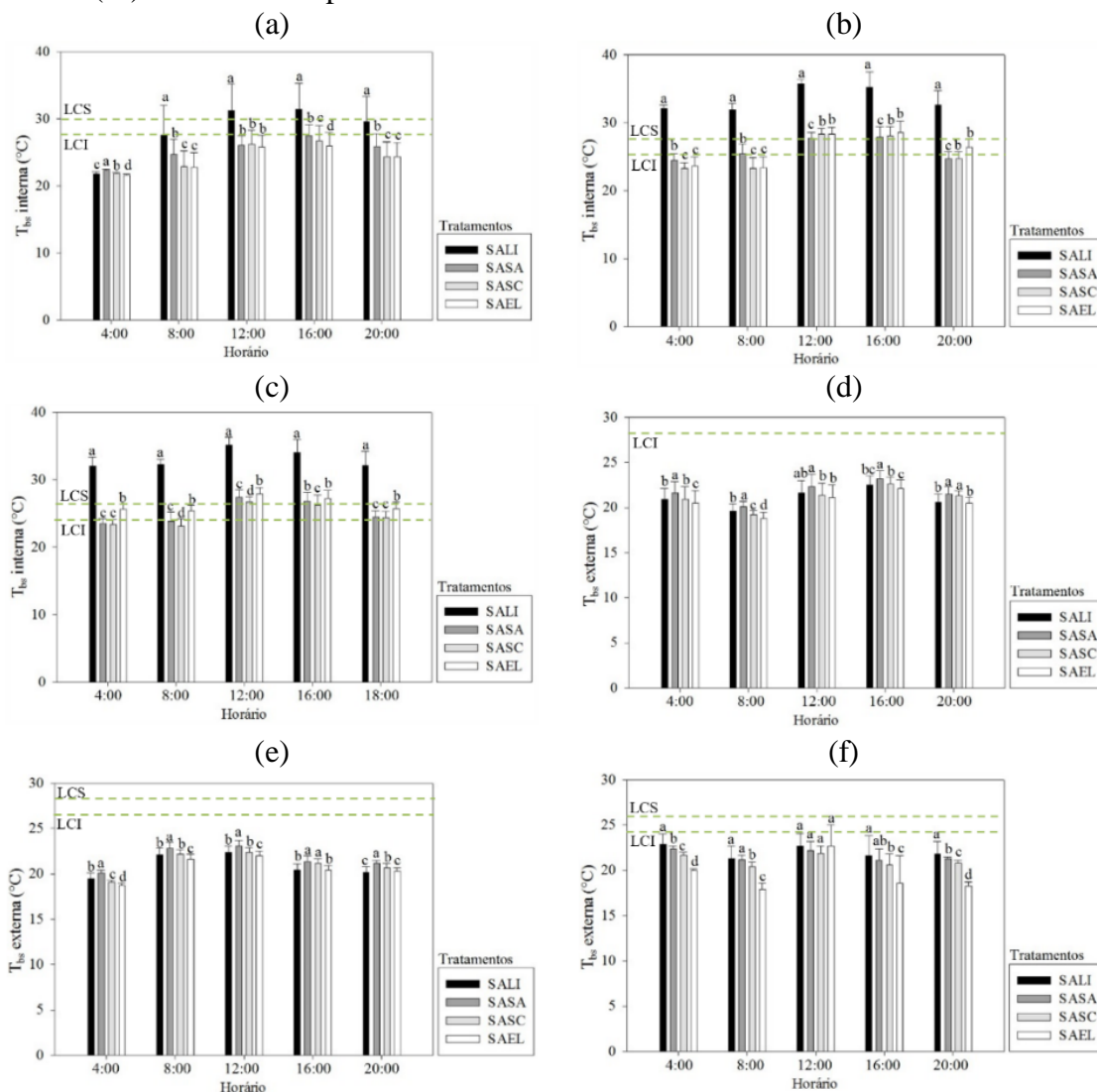
Idade (Semana)	$t_{bs}$ (°C)		UR (%)	
	LCI	LCS	LCI	LCS
1	28	30	50	70
2	26	28	50	70
3	24	26	50	70

Fonte: Esmay (1982), Nääs (1989), Nääs et al. (1998).

Considerando os limites de conforto (LCI e LCS) como referências para cada semana de vida dos leitões (Tabela 1) foram encontrados valores mais próximos da zona de conforto térmico para  $t_{bs}$  interna aos abrigos escamoteadores na segunda e terceira semana de vida dos leitões, nos tratamentos SASA, SASC e SAEL (Figura 4a, 4b e 4c). No geral, os

valores de  $t_{bs}$  interna para os tratamentos SASA, SASC e SAEL apresentaram ligeiramente abaixo do recomendado, entretanto, no tratamento SALI, a  $t_{bs}$  interna apresentou valores acima do recomendado, em que os animais submetidos a esse ambiente passariam a sofrer estresse calórico.

**Figure 4.** Valores médios e desvio-padrão da temperatura de bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ , °C) interna ao abrigo escamoteador por horário e semana: 1ª semana (a), 2ª semana (b) e 3ª semana (c), e externa ao abrigo escamoteador por horário e semana: 1ª semana (d), 2ª semana (e) e 3ª semana (f). As médias seguidas de letras iguais, no mesmo horário, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Linha tracejada representa o limite crítico superior (LCS) e inferior (LCI) da temperatura de bulbo seco do ar ( $t_{bs}$ ) recomendada para cada semana de vida dos leitões.



Verificou-se que os tratamentos SALI e SAEL apresentaram valores médios de  $t_{bs}$  muito próximo quando comparados entre si, apesar dos tratamentos diferirem estatisticamente. Esse fato pode ter ocorrido em virtude desses tratamentos apresentarem a mesma potência de funcionamento (250W), promovendo semelhante acondicionamento térmico no interior dos abrigos escamoteadores equipados com os respectivos aquecedores, ou seja, a dissipação de energia no tempo é quase a mesma para os ambientes estudados.

No caso da  $t_{bs}$  externa aos abrigos escamoteadores (Figuras 4d, 4e e 4f), ou seja,

nas baias, observou-se que os valores médios estão abaixo do limite recomendado para as três semanas de vida dos animais. No geral, maiores valores de  $t_{bs}$  externa foram observados no tratamento SASA, seguido pelo SALI, SAEL e SASC

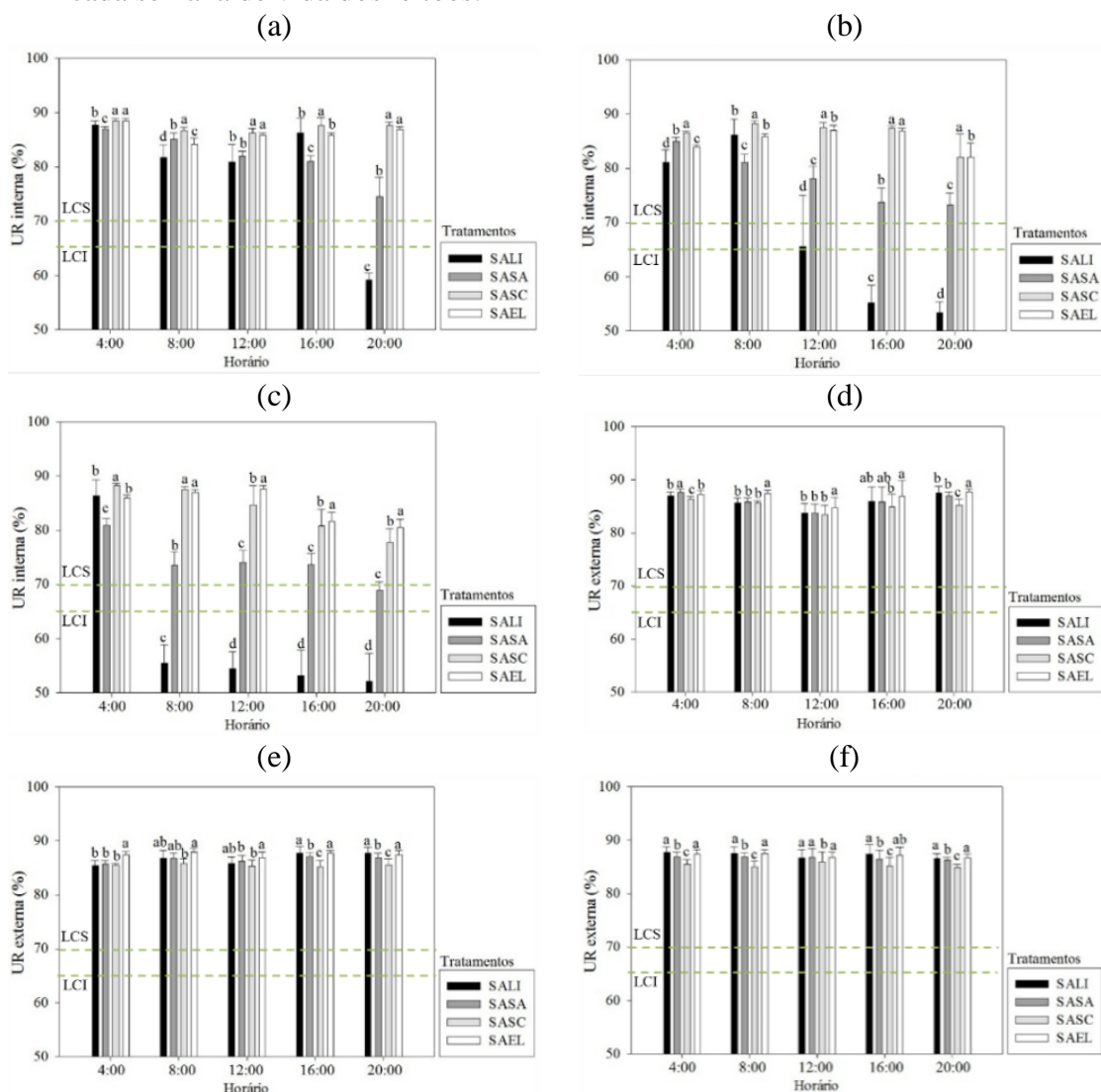
Esses resultados diferem dos encontrados por Pandorfi et al. (2005) e Sabino et al. (2011), em que o tratamento lâmpada incandescente apresentou-se melhor na primeira semana de vida dos leitões, na fase de maternidade

A variação da UR, no interior dos abrigos escamoteadores, apresentou diferenças

significativas, principalmente no abrigo equipado com lâmpada de infravermelho (SALI), que além de promover maiores valores de  $t_{bs}$  interna, reduziu significativamente a UR no seu interior (Figuras 5A, 5B e 5C). Com relação aos outros tratamentos testados neste

estudo (SASA, SASC e SAEL), a energia térmica radiante proveniente do piso, não foi suficiente para promover redução da UR interna ao abrigo escamoteador, apresentando valores médios próximos à condição na sala da maternidade.

**Figure 5.** Valores médios e desvio-padrão da umidade relativa do ar (UR, %) interna ao abrigo escamoteador por horário e semana: 1ª semana (a), 2ª semana (b) e 3ª semana (c), e externa ao abrigo escamoteador por horário e semana: 1ª semana (d), 2ª semana (e) e 3ª semana (f). As médias seguidas de letras iguais, no mesmo horário, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Linha tracejada representa o limite crítico superior (LCS) e inferior (LCI) da umidade relativa do ar (UR) recomendada para cada semana de vida dos leitões.



Para a UR externa (Figuras 5d, 5e e 5f), em todas os períodos e horários avaliados, os valores médios apresentaram bem acima dos limites de conforto superior (LCS) para os leitões. Comportamento da UR nas baias semelhante foi observada por Pandorfi et al. (2005).

### 3.2 Comportamento dos leitões

Verifica-se, na Tabela 2 que, durante a primeira semana, o tempo médio geral dos leitões nos tratamentos SALI, SASA, SASC e SAEL “dentro do escamoteador” foi de 14,3%, 53,0%, 55,5% e 2,3%, respectivamente, do



tempo avaliado. Na segunda e terceira semanas, observa-se que os animais permaneceram mais tempo no interior do abrigo escamoteador equipado com o tratamento SALI.

Os resultados encontrados não condizem com os resultados de Silva, Pandorfi e Piedade

(2005) e Sabino et al. (2011), em que a porcentagem de tempo dos leitões dentro do escamoteador foi maior do que o tempo fora do abrigo, independente do tratamento avaliado.

**Tabela 2.** Frequência (%) de uso do abrigo escamoteador equipado com diferentes sistemas de aquecimento durante o período e semanas avaliadas.

Trat.	Semana	Horário					Média
		04:00	08:00	12:00	16:00	20:00	
SALI	I	0,0	0,0	48,3	21,9	1,4	14,3
	II	83,3	46,7	28,9	46,2	11,2	43,3
	III	83,3	74,5	9,1	14,3	0,0	36,2
SASA	I	65,9	77,7	25,2	53,6	42,3	53,0
	II	67,9	47,0	6,7	42,2	4,4	33,6
	III	42,0	64,7	42,2	28,2	1,5	35,7
SASC	I	43,0	83,3	39,1	67,8	44,2	55,5
	II	43,3	51,0	3,2	22,6	1,4	24,3
	III	37,1	60,2	0,0	23,8	6,0	25,4
SAEL	I	0,0	0,0	5,6	0,0	5,6	2,3
	II	0,0	17,3	0,0	2,3	0,0	3,9
	III	0,0	16,7	1,9	1,2	0,0	4,0

Os animais expostos ao abrigo escamoteador equipado com tratamentos SASA e SASC utilizaram os abrigos escamoteadores com maior frequência no período das 4:00h e 8:00h, período em que se observa menor temperatura na sala da maternidade, comprovando que, quanto menor a temperatura da sala, maior a frequência de acesso ao escamoteador (Tabela 2).

Devido ao fato dos tratamentos SALI e SAEL aquecerem mais o ambiente interno aos abrigos escamoteadores, verifica-se uma redução na frequência de uso desse abrigo. Desta forma, quando se analisa a frequência no escamoteador com pisos térmicos equipados com coletores solares (SASA e SASC), nota-se maior incidência de animais nos mesmos na primeira semana.

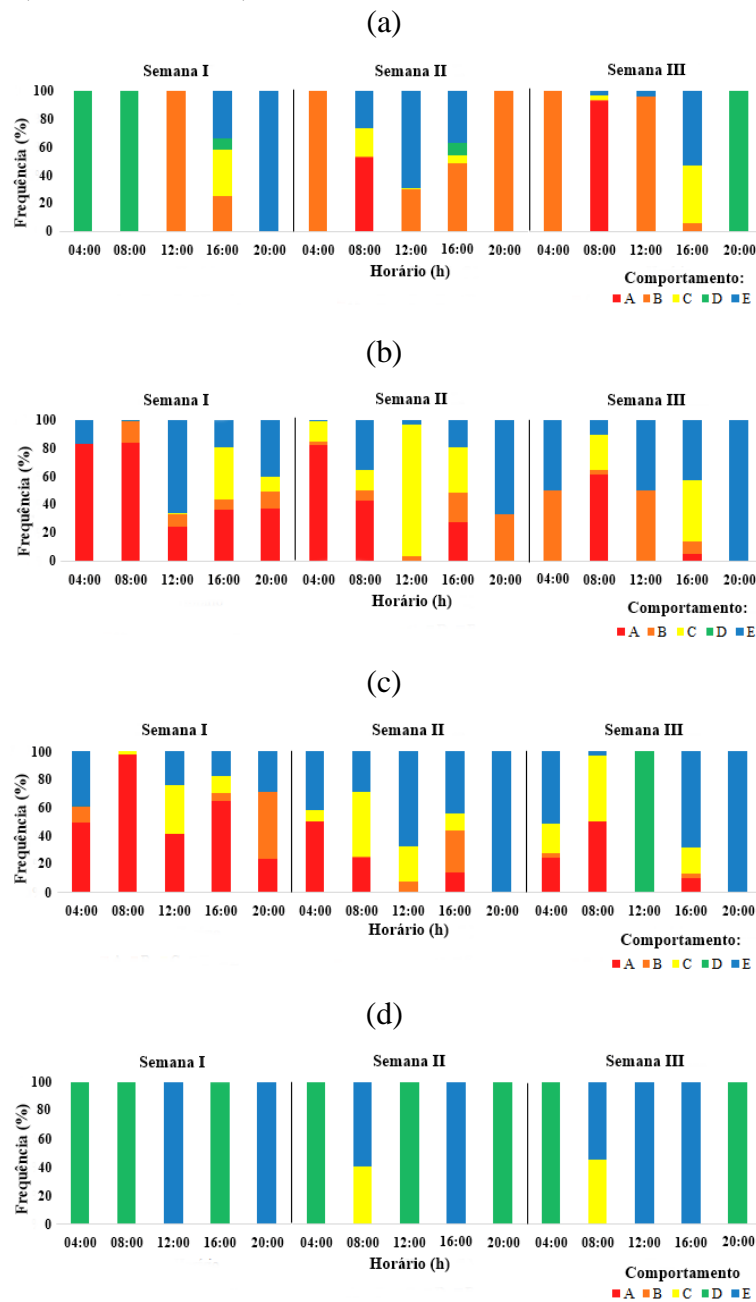
A Figura 6 ilustra a frequência dos comportamentos dos leitões no interior dos abrigos escamoteadores para diferentes horários e semanas nos diferentes sistemas de aquecimento avaliado neste estudo

Na primeira semana de vida dos leitões, para o tratamento SALI, nos horários das 4:00h

e 8:00h, não houve observação de pelo menos um animal no interior do abrigo escamoteador (Figura 6a). Observou-se, ainda, às 12:00h, na primeira semana, que pelo menos um animal permaneceu “deitado sozinho”. Durante o período das 16:00h, no tratamento SALI, 36,7% do tempo os animais permaneceram “andando”, 35,8% “interagindo” e 27,5% “deitado sozinho”. Às 20:00h, os animais permaneceram 100% “andando” no interior do abrigo escamoteador.

Durante a segunda semana de vida dos animais, observou-se que das 4:00h e 20:00h, os leitões permaneceram “deitado sozinho” no interior do abrigo escamoteador (Figura 6a). Às 8:00h, 53,0% dos animais ficaram “deitado aglomerado”; às 12:00h, 69,2% “andando”; e às 16:00h, 53,6% deitado sozinho. Na terceira semana de vida dos leitões, nos períodos das 4:00h e 12:00h, os animais permaneceram a maior parte do tempo “deitado sozinho”, seguido de “deitado aglomerado” às 8:00h, “andando” às 16:00h.

**Figure 6.** Frequência dos comportamentos dos leitões no interior dos abrigos escamoteadores para diferentes horários e semanas nos tratamentos: SALI (a), SASA (b), SASC (c) e (d) SAEL. Legenda de comportamento: A - Deitado aglomerado; B - Deitado sozinho; C - Interagindo; D - Sem leitões; e E - Andando



No tratamento SASA (Figura 6b), observou-se que nas horas mais frias do dia (4:00 e 8:00h), na primeira semana de vida, os leitões permaneceram na maioria do tempo "deitados aglomerados". Nos períodos das 12:00h e 20:00h, na maior parte do tempo, os animais permaneceram "andando" e às 16:00h, "deitados aglomerados". Na segunda semana de vida, nos períodos 4:00h, 8:00h e 16:00h, na maior parte do tempo avaliado, os leitões permaneceram "deitados aglomerados". No

período das 12:00h, os animais ficaram "interagindo" no interior do abrigo escamoteador. Durante a terceira semana, a maior parte do tempo, os animais permaneceram "andando".

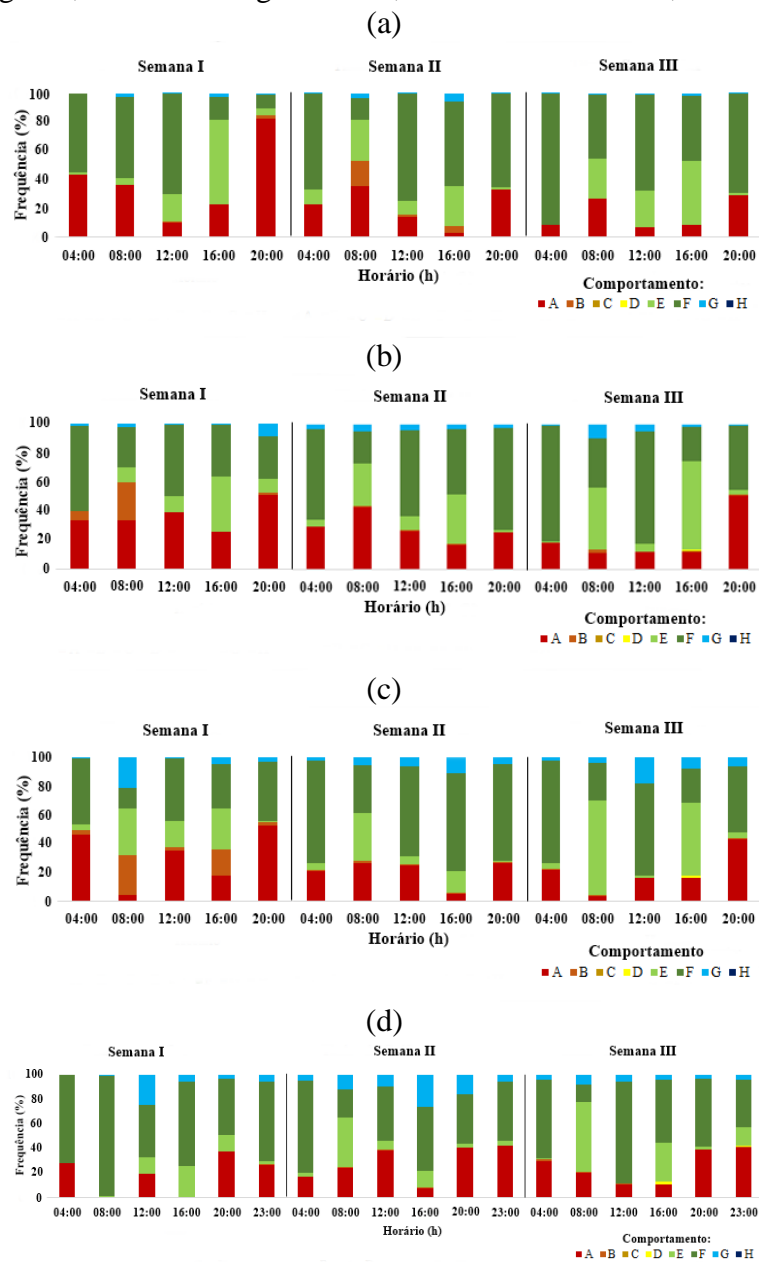
Para o tratamento SASC (Figura 6c), na primeira semana de vida, os leitões permaneceram "deitados aglomerados" na maioria do tempo em que permaneceram no interior do abrigo escamoteador. Nas segunda e terceira semanas de vida dos animais, na maior

parte do tempo, os leitões permaneceram "andando", seguido de "interagindo".

Por outro lado, no tratamento SAEL, durante todo período avaliado, observou-se que na maior parte do tempo avaliado, não havia animais dentro do abrigo escamoteador. Em alguns casos, os animais permaneceram "andando" ou "interagindo" e somente 1,1% do tempo, pelo menos um leitão estava "deitado sozinho" (Figura 6d).

Segundo Sabino et al. (2011), o tema do presente estudo necessita de mais pesquisas que levem em consideração outras variáveis passíveis de afetar a temperatura dentro dos abrigos escamoteadores, como o material utilizado na construção dos escamoteadores e a troca de calor entre os animais.

**Figure 7.** Frequência dos comportamentos dos leitões no exterior dos escamoteadores para diferentes horários e semanas nos tratamentos: SALI (a), SASA (b), SASC (c) e SAEL (d). Legenda de comportamento: A - Mamando; B - Fora do escamoteador; C - Comendo; D - Bebendo; E - Interagindo; F - Deitado aglomerado; G - Deitado sozinho; e H - Sem leitões na baía.



Verifica-se, na Figura 7 que, para todos os tratamentos testados, durante o período experimental, os leitões permaneceram na maior parte do tempo “deitado aglomerado”, seguido de “mamando”, “interagindo” e “deitados sozinhos” quando estava fora do abrigo escamoteador, ou seja, nas baias.

No tratamento SASC, observou-se que os leitões permaneceram mais tempo no interior do abrigo escamoteador, principalmente nas primeiras semanas de vida dos animais

#### 4 CONCLUSÃO

Os quatros sistemas de aquecimento testados nos abrigos escamoteadores foram deficientes quanto à temperatura adequada para as três primeiras semanas de vida dos leitões. Embora não seja ideal, o escamoteador com aquecimento por lâmpada de infravermelho mostrou-se melhor em relação ao escamoteador

com aquecimento no piso térmico em relação à temperatura do abrigo.

O comportamento dos leitões no interior do escamoteador que apresentou maior frequência foi o andando, seguido do interagindo.

No ambiente das baias, o comportamento dos leitões que apresentou maior frequência foi o deitado aglomerado, seguido de mamando, interagindo e deitados sozinhos.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro ao projeto.

#### 6 REFERÊNCIAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: EDUFV, 2012.

CELESC. **Aquecedor solar composto de produto descartáveis: manual de construção e instalação**. Florianópolis: CELESC, 2010. 44p.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. Westport: AVI Publishing Company Inc, 1982.

MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. *In*: SOBESTIANSKY, J., WENTZ, I., SILVEIRA, P. D., SESTI, L. A. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1998. p. 135-161.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989.

NÄÄS, I. A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: SBBiomet, 1998. p. 63-73.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J.; MOURA, D. J.; SEVEGNAN, K. Análise de imagem aplicada ao estudo do comportamento de leitões em abrigo escamoteador. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 274-284, 2004.

PANDORFI, H.; SILVA I. J. O.; MOURA, D. J.; SEVEGNANI, K. B. Microclima de abrigos escamoteadores para leitões submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de

inverno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 99-106, 2005.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; CARVALHO, J. L.; PIEDADE, S. M. S. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. **Engenharia Rural**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2006.

SABINO, L. A.; SOUSA JÚNIOR, V. R.; ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; LOPES, L. S.; COLDEBELLA, A. Comportamento suíno influenciado por dois modelos de maternidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v. 15, n. 12, p. 1321-1327, 2011.

SAS. **STAT software**: Changes and enhancements, Release 6.07. Cary: SAS, 1992. SAS Technical Report P.

SHAO, J.; XIN, B. A. Real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 62, n. 1, p. 15-21, 2008.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S. Uso da zootecnia de precisão na avaliação do comportamento de leitões lactentes submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. **Brazilian Journal of Animal Science**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 220-229, 2005.

SOBESTIANSKY, J.; PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; OLIVERIA, J. A. **Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1987.

TOLON, Y. B.; NÄÄS, I. A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 565-574, 2005.