



## **Efeito de sistemas de criação no conforto térmico ambiente e no desempenho produtivo de suínos na primavera**

**Marcelo Bastos Cordeiro<sup>1</sup>, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>2</sup>, Paulo Armando Victoria de Oliveira<sup>3</sup>, Irene Menegali<sup>4</sup>, Maria Clara de Carvalho Guimarães<sup>4</sup>, Fernando da Costa Baêta<sup>5</sup>, Jadir Nogueira da Silva<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Doutorando - Departamento de Engenharia Agrícola - UFV.*

<sup>2</sup> *Departamento de Engenharia Agrícola - UFV.*

<sup>3</sup> *EMBRAPA - Aves e Suínos.*

<sup>4</sup> *Mestrando - Departamento de Engenharia Agrícola - UFV.*

<sup>5</sup> *Departamento de Engenharia Agrícola - UFV.*

**RESUMO** - Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os sistemas de criação em camas sobrepostas de maravalha ou de casca de arroz e o sistema tradicional de piso de concreto e sua influência no ambiente térmico (ITGU e temperatura superficial do piso e cama) e no desempenho animal de suínos dos 25 aos 120 kg. Foram utilizados 216 animais (Landrace × Large White), 72 por sistema de criação (18 suínos/ baia). Para comparação, os animais foram avaliados por fases: 1 - 64 a 98 dias (25 a 50 kg); 2 - 99 a 126 dias (50 a 75 kg); 3 - 127 a 162 dias (75 a 105 kg); e 4 - 163 a 186 dias (105 a 120 kg). Para avaliação do ambiente térmico, foi utilizado o delineamento em bloco casualizado, com três sistemas de criação, em que as repetições foram os dias de duração de cada fase. O desempenho animal foi avaliado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições (baias). Nas duas primeiras fases, os valores de ITGU obtidos nos sistemas de criação com cama sobreposta foram superiores aos observados no piso de concreto. Em todas as fases, os maiores valores de temperatura superficial de cama ou piso foram observados nos sistemas de criação com cama sobreposta. O desempenho animal foi similar entre todos os sistemas de criação nas duas primeiras fases, mas, na terceira fase, foi maior no sistema de criação com piso de concreto e, na quarta fase, foi superior em ambos os sistemas de criação com cama. O desempenho animal final não foi influenciado pelos sistemas de criação. Na fase de 25 a 75 kg, o sistema de criação com cama sobreposta mostrou-se satisfatório como alternativa ao sistema tradicional de piso de concreto.

Palavras-chave: ambiência animal, camas sobrepostas, produção de suínos

## **Effect of different raising systems on the thermal environment comfort and swine productive performance under spring conditions**

**ABSTRACT** - This research was carried out with the objective to evaluate the raising systems in deep-bedding (wood shavings and rice husk) and the traditional system of concrete floor, and its influence in the thermal environment (BGTHI [Black Globe Temperature and Humidity Index] and surface temperature of both floor and bed), and swine animal performance from 25 kg to 120 kg. Two hundred sixteen animals were used (Landrace x Large White), 72 per raising system (18 pigs/pen). For comparison, the animals were evaluated per phases: 1 - from 64 to 98 days (25-50 kg); 2 - 99 to 126 days (50-75 kg); 3 - 127 to 162 days (75-105 kg); and phase 4 - 163 to 186 days (105-120 kg). For the evaluation of thermal environment, a randomized block experimental design was used, with three raising system, being the repetitions the period of days of each phase. A completely randomized design with four replicates (pens) were used for the evaluation of animals performance. At the first two phases, BGTHI values observed in the raising system with deep-bedding were higher to that observed in the concrete floor. In all phases, the highest values for surface temperature of the bed or floor were observed in the deep-bedding systems. The animal performance was similar among all the raisingsystems, in the two first phases, but, in the third phase, it was bigger in the raising system with concrete floor and, in the fourth phase, it was superior in both the raising systems with bed. The final animal performance was not influenced by the raisaing systems. In the phase from 25 to 75 kg, the raising system deep-bedding revealed to be satisfactory as alternative to the traditional system of concrete floor.

Key Words: animal environment, deep-bedding, swine feedlot

## Introdução

A produção intensiva atual de suínos somente é possível com os avanços tecnológicos em nutrição, genética, manejo e controle ambiental, que possibilitaram melhor rendimento em todo o processo produtivo.

A suinocultura é uma importante atividade socioeconômica, entretanto, sua exploração tradicional tem sido considerada pelos órgãos de controle ambiental uma atividade potencialmente causadora de degradação ambiental. Os efeitos ambientais resultantes do armazenamento de resíduos, dos sistemas e processos de aplicação destes resíduos têm preocupado autoridades ambientais, principalmente visando à proteção de fontes de água superficiais e subterrâneas e à qualidade do ar e ao controle da emissão de gases de efeito estufa.

O piso de cama para suínos em crescimento pode influenciar a temperatura ambiente. Segundo Matte (1993), a maioria dos efeitos positivos de instalações com sistema de cama em baias abertas em comparação a pisos de concreto ocorre em condições de frio (abaixo de 10°C). Em instalações destinadas à criação de suínos sobre cama, deve-se considerar as produções de calor geradas pelo binômio "animal + cama". As necessidades de ventilação e de isolamento das edificações dependem das produções de calor e de vapor d'água geradas no sistema (Oliveira, 2000). Segundo Oliveira (1999), a produção específica de calor gerado pela cama é pouco conhecida, mas seu conhecimento é fundamental para determinação da taxa de ventilação e otimização da evaporação d'água e do processo de compostagem.

Vários índices têm sido estabelecidos com o objetivo de expressar o conforto do animal em relação a ambiente. Índices ambientais, envolvendo dois ou mais parâmetros, descrevem a condição térmica e o estresse imposto pelo ambiente ao animal (ASHRAE, 2001).

Pelo índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), são considerados em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e da velocidade do ar. O ITGU é um indicador de conforto que inclui a carga de calor radiante em condições de clima quente (Esmay, 1974) e pode ser obtido com a seguinte expressão:

$$\text{ITGU} = T_{\text{gn}} + 0,36T_{\text{po}} - 330,08 \quad (1)$$

em que ITGU = índice de temperatura de globo negro e umidade;  $T_{\text{gn}}$  = temperatura de globo negro, K; e  $T_{\text{po}}$  = temperatura do ponto de orvalho, K.

A conscientização sobre aspectos relacionados ao bem-estar animal e à necessidade de redução de geração de resíduos e de impactos ambientais, aliada ao interesse em oportunidades de comercialização em nichos de varejo, contribuíram para o recente interesse em sistemas alternativos de produção. No entanto, poucos estudos têm sido feitos, em condições climáticas brasileiras, sobre a utilização do sistema de cama sobreposta em comparação ao piso convencional de concreto.

Este estudo foi realizado para avaliar os sistemas de criação em cama sobreposta de maravalha ou de casca de arroz em comparação ao sistema de criação tradicional em piso de concreto e sua influência no conforto térmico (índice de temperatura de globo negro e umidade) e nas características de desempenho (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e consumo de água) de suínos dos 25 aos 120 kg.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado com suínos nas fases de crescimento e terminação, no período de agosto a novembro de 2002, em área experimental da EMBRAPA Suínos e Aves, na cidade de Concórdia, situada no oeste do estado de Santa Catarina, latitude 27°18'S e longitude 51°59'W. A classificação climática da região, segundo o sistema proposto por Köpppen (Crichtfield, 1974), é do tipo Cfa (clima subtropical úmido), sem estação seca, com inverno frio e verão quente. A temperatura média anual da região é de 18,7°C; janeiro e fevereiro são os meses mais quentes e junho e julho, os mais frios.

No experimento foram utilizadas três instalações abertas com dimensões de 12,0 × 10,0 m, com características construtivas e orientação (leste/oeste) idênticas, situadas na mesma área e distanciadas 10,0 m umas das outras. Cada unidade foi composta de quatro baias de 30 m<sup>2</sup> (5 × 6 m). Os fechamentos laterais, com 1,0 m de altura, foram constituídos de placas de concreto vazadas e grades de ferro.

Em uma das instalações, foi implantado o sistema de cama sobreposta com maravalha, na outra o sistema com casca de arroz e na terceira o sistema convencional de piso de concreto. Nos sistemas de cama sobreposta, as camas implantadas foram de 21 m<sup>2</sup> (4,2 × 5,0 m) com 0,5 m de profundidade, sendo o restante da baia constituída por área de piso concretado de 9 m<sup>2</sup> (1,8 × 5 m), onde ficavam localizados os comedouros e bebedouros.

A instalação do sistema de criação 3 era constituída de piso de concreto, com uma vala de piso ripado, cuja finalidade era a de acumular e carrear os dejetos, por via hídrica, para uma esterqueira localizada próxima a esta.

Cada baía das instalações foi equipada com um comedouro e um bebedouro. O comedouro permitia ao animal escolher entre o arraçoamento seco ou úmido. O bebedouro era do tipo taça. A área total útil de todas as baias, independentemente do sistema de criação, era de 1,66 m<sup>2</sup> por suíno.

Para caracterizar o ambiente térmico, foram determinadas as temperaturas de globo negro e de bulbo seco e bulbo úmido utilizando-se termopares tipo T (cobre/constantan) e temperatura de superfície do piso concretado ou cama, utilizando-se sensor infravermelho. As medições de temperaturas de globo negro e de bulbo seco e bulbo úmido foram realizadas a 0,4 m do piso, em dois pontos distintos das instalações, durante todo o período experimental. Os sensores foram dispostos em dois grupos protegidos por uma gaiola de arame. As medições de temperatura de superfície foram realizadas em cinco pontos distintos por baía, perfazendo 20 pontos de medições por sistema de criação. As medições foram realizadas em quatro horários diários (8, 11, 14 e 17 h) durante todo o período experimental.

Utilizando-se os valores de temperatura de globo negro, bulbo seco e úmido, determinaram-se os índices de temperatura de globo negro e umidade nos mesmos horários considerados. O cálculo de ITGU foi realizado com base na equação de Buffington et al. (1981).

No experimento foram utilizados 216 animais Landrace × Large White, dos dois sexos, originados das granjas da EMBRAPA Suínos e Aves. Os animais foram submetidos a um período de aclimatização de sete dias, durante o qual receberam idêntico manejo alimentar. Os animais foram separados em lotes uniformes de 72 por instalação, 18 por baía, com peso inicial médio de 25 kg por animal (25 ± 1,2 kg) e 64 dias de idade.

As dietas fornecidas aos animais foram idênticas para todos os sistemas de criação e formuladas com base em exigências nutricionais para as fases de crescimento e terminação, estabelecidas pela EMBRAPA Suínos e Aves.

Para comparação do índice de conforto térmico, adotou-se um esquema de parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram compostas dos sistemas de criação (cama de maravalha, cama de casca de arroz e piso de concreto) e as subparcelas dos horários (de 1 a 24), em delineamento de blocos casualizados, no qual as repetições corresponderam aos dias em cada fase.

As fases corresponderam à idade dos animais: fase 1 = 64 a 98 dias (25 a 50 kg); fase 2 = 99 a 126 dias (50 a 75 kg); fase 3 = 127 a 162 dias (75 a 105 kg) e fase 4 = 163 a 186 dias de idade (105 a 120 kg). Na avaliação do desempenho produtivo dos animais, o experimento foi montado em delineamento inteira-

mente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, no qual os três sistemas de criação constituíram as parcelas e as quatro fases de desenvolvimento, as subparcelas (DIC), com quatro repetições (baias experimentais).

Para avaliação do desempenho dos suínos, foram registrados o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA) e o consumo de água (CAg). Foram realizadas cinco pesagens dos animais, uma no início, outra no final e três intermediárias, aos 99, 127 e 162 dias de idade.

## Resultados e Discussão

Na análise de variância, os valores de ITGU diferiram ( $P < 0,01$ ) entre os sistemas de criação (cama de maravalha, cama de casca de arroz e piso de concreto) e entre as horas de observação ( $P < 0,01$ ). Verificou-se aumento gradual nos valores de ITGU no decorrer das fases de crescimento (Figura 1), o que está relacionado à elevação natural da temperatura ambiente local e à maior produção e ao desprendimento de calor pelos animais conforme cresceram.

Nos sistemas de cama de maravalha e casca de arroz, os maiores valores de ITGU diferiram estatisticamente dos obtidos nos sistemas de piso de concreto nas fases 1 e 2, portanto, nas fases 3 e 4, os valores de ITGU foram similares na maioria dos horários.

A fase dos 163 aos 186 dias de idade caracterizou-se pelos maiores valores absolutos de ITGU nos horários mais quentes do dia (13 às 18h), em todos os sistemas de criação, quando atingiram valores máximos de 78,7 para o sistema de cama de maravalha, 78,1 para o sistema de cama de casca de arroz e 78,4 para o sistema de piso de concreto. Nesta fase, os valores de ITGU encontrados em todos os sistemas de criação na maioria dos horários foram superiores ao limite máximo de 72, recomendado por Turco (1997) para suínos na fase de terminação.

No decorrer das fases, a amplitude térmica, diferença entre a temperatura máxima e mínima, aumentou em todos os sistemas de criação, o que, segundo Baêta & Souza (1997), pode ter efeito negativo sobre o desempenho dos animais.

No sistema de criação em piso de concreto, foram obtidos os menores valores de temperatura de superfície, que não diferiram significativamente dos obtidos nos sistemas com cama de maravalha e de casca de arroz (Tabela 1). As maiores temperaturas na superfície do piso observadas nos sistemas com cama provavelmente foram ocasionadas pela geração de calor normal advinda do processo de compostagem. Além disso, o piso de concreto tem menor inércia térmica e conserva menos o calor e, por ser lavado três

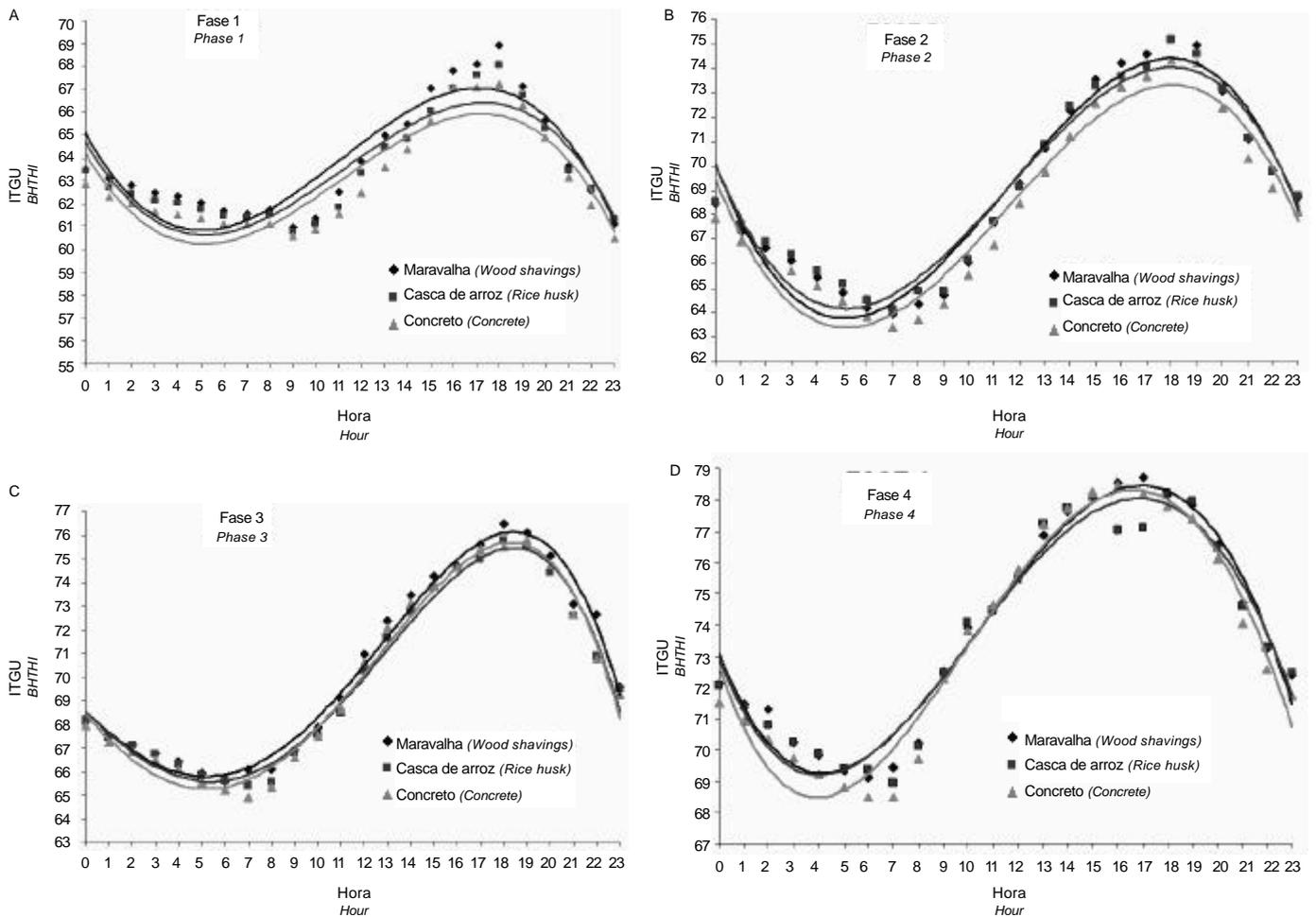


Figura 1 - Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) de suínos na fase dos 64 aos 98 (A), 99 aos 126 (B), 127 aos 162 (C) e 163 aos 186 (D) dias de idade.

Figure 1 - Black globe temperature and humidity index (BGTHI) of swine in the phase from 64 to 98 (A), 99 to 126 (B), 127 to 162 (C) and 163 to 186 (D) days of age.

Tabela 1 - Temperatura de superfície do piso nos sistemas de criação em cama sobreposta de maravalha ou de casca de arroz e no sistema de piso de concreto

Table 1 - Surface floor temperature in the raising systems in wood shaving and rice husk deep-bedding, and concrete floor

Fase de crescimento (idade) Growing phase (age)	Sistema de criação Raising system		
	Cama sobreposta Deep-bedding		Piso de concreto Concrete floor
	Maravalha Wood shavings	Casca de arroz Rice husk	
	°C		
64 a 98 dias	22,09a	21,89a	17,58b
99 a 126 dias	23,18a	23,54a	19,15b
127 a 162 dias	25,78a	26,30a	22,05b
163 a 186 dias	26,80a	28,20a	21,40b

Médias seguidas de letras diferentes na linha, para cada fase, não diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.  
Means followed by different letters within a row for each phase differ (P<0.05) by Tukey test.

vezes ao dia, perde calor adicional por via evaporativa. O mesmo foi observado por Correa (1998), que também encontrou valores de temperatura na superfície superiores no sistema de cama em relação ao sistema de piso de concreto.

O consumo de água não diferiu significativamente entre os sistemas de criação nas três primeiras fases (Tabela 2). Somente na fase dos 163 aos 186 dias de idade, o sistema de criação em cama de casca de arroz promoveu menores valores significativos em relação ao sistema em cama de maravalha. Em média, o sistema de criação em cama de maravalha apresentou os maiores valores de consumo de água, seguido pelo sistema de piso de concreto e do sistema em cama de casca de arroz.

Os valores foram próximos ao recomendado por Bodman (1994), de 7,0 L/animal/dia, e obtido por Corrêa (1998) em suínos nas fases de crescimento e terminação.

Tabela 2 - Consumo de água nos sistemas de criação em cama sobreposta de maravalha ou de casca de arroz e em piso de concreto

Table 2 - Water intake in the raising systems in wood shaving and rice husk deep-bedding and concrete floor

Fase de crescimento (idade) Growing phase (age)	Sistema de criação Raising system		
	Cama sobreposta Deep-bedding		Piso de concreto Concrete floor
	Maravalha Wood shavings	Casca de arroz Rice husk	
	L/animal/dia		
64 a 98 dias	6,0a	5,5a	5,9a
99 a 126 dias	8,7a	6,8a	7,2a
127 a 162 dias	9,5a	7,1a	8,1a
163 a 186 dias	8,7a	6,1b	8,0ab
Média (Mean)	8,2	6,4	7,2

Médias seguidas de letras diferentes na linha, para cada fase, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.Means followed by different letters within a row for each phase differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

Nas duas primeiras fases, o consumo de ração não diferiu estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre os sistemas de criação, contudo, na terceira fase, o sistema de criação em piso de concreto proporcionou os maiores valores ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3), o que pode estar relacionado ao fato de a temperatura superficial do piso de concreto ser menor, o que proporciona aos animais melhores condições de conforto térmico. Na fase dos 163 aos 186 dias de idade, o sistema de criação em cama com casca de arroz e o de criação em piso de concreto promoveram os piores resultados de consumo de ração e diferiram estatisticamente do sistema de criação em cama de maravalha.

Na média geral, suínos criados em piso de concreto consumiram mais ração que aqueles criados em camas de maravalha, que, por sua vez, consumiram mais que aqueles criados em cama de casca de arroz. Estes resultados contrariam relatos de Corrêa (1998) de que o consumo de ração por animais criados em cama foi maior que o observado em animais criados em piso de concreto no período de junho a novembro.

Nas duas primeiras fases, não houve influência ( $P > 0,05$ ) do sistema de criação no ganho de peso dos animais mantidos nos sistemas de cama e de piso de concreto (Tabela 3). Na fase dos 127 aos 162 dias de idade, os animais mantidos no sistema de criação em piso de concreto obtiveram maiores ganhos de peso e diferiram significativamente daqueles criados nos sistemas de cama sobreposta. Na fase dos 163 aos 186 dias de idade, os animais criados em cama de maravalha apresentaram os maiores ganhos de peso ( $P < 0,05$ ) em comparação àqueles criados em cama de casca de arroz. Observou-se tendência de maior ganho de peso médio nos

Tabela 3 - Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de suínos nos sistemas de criação em cama sobreposta de maravalha ou casca de arroz e no sistema de piso de concreto

Table 3 - Feed intake, weight gain, and feed gain ratio in the raising systems in wood shaving and rice husk deep-bedding, and concrete floor

Fase de crescimento (idade) Growing phase (age)	Sistema de criação Raising system		
	Cama sobreposta Deep-bedding		Piso de concreto Concrete floor
	Maravalha Wood shavings	Casca de arroz Rice husk	
	Consumo de ração (kg) Feed intake		
64 a 98 dias	63,7a	64,2a	60,9a
99 a 126 dias	75,7a	73,9a	71,3a
127 a 162 dias	90,2b	89,6b	100,1a
163 a 186 dias	65,7a	56,2b	67,6a
Média (Mean)	295,3	283,8	299,9
	Ganho de peso (kg) Weight gain		
64 a 98 dias	26,7a	27,0a	26,0a
99 a 126 dias	27,9a	27,0a	26,1a
127 a 162 dias	26,1b	26,3b	33,3a
163 a 186 dias	17,7a	15,1b	15,8b
Média (Mean)	98,4	95,4	101,2
	Conversão alimentar Feed:gain ratio		
64 a 98 dias	2,38a	2,37a	2,34a
99 a 126 dias	2,71a	2,73a	2,73a
127 a 162 dias	3,46a	3,41a	3,00b
163 a 186 dias	3,71b	3,71b	4,28a
Média (Mean)	3,00	2,97	2,96

Médias seguidas de letras diferentes na linha, para cada fase, não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.Means followed by different letters within a row for each phase differ ( $P < 0,05$ ) by Tukey test.

animais criados em piso de concreto à medida que a temperatura ambiente e a idade aumentaram, provavelmente porque o piso de concreto apresenta menor temperatura superficial, proporcionando aos animais melhores condições de conforto térmico. Esta situação favoreceu o consumo de ração e o ganho de peso nesse sistema de criação.

Corrêa (1998) e Oliveira (1999) não encontraram diferença significativa para ganho de peso em suínos criados nos sistemas de cama sobreposta e de piso de concreto.

Para a conversão alimentar, nas duas primeiras fases, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os sistemas de criação. Na terceira fase, observou-se melhor conversão alimentar nos animais alocados nas baias de piso de concreto em comparação àqueles criados em sistema de cama. Similarmente ao que ocorreu ao consumo de ração e ao ganho de peso, a maior eficiência biológica pode ser atribuída à menor temperatura superficial do sistema de criação em piso de

concreto, o que levou a menores valores de ITGU e conforto térmico. Nesta fase, o consumo de ração e o ganho de peso foram maiores nos animais mantidos nas baias de piso de concreto. Na quarta fase, os resultados de conversão alimentar obtidos nos animais criados em piso de concreto foram piores ( $P < 0,05$ ) em comparação aos registrados nos demais sistemas de criação. Contudo, os resultados médios finais apontam para resultados similares de conversão alimentar em todos os sistemas de criação, indicando que esta variável não foi influenciada pelos sistemas de criação.

### Conclusões

Em geral, o conforto térmico de animais criados em cama de maravalha, cama de casca de arroz ou piso de concreto mantém-se no intervalo aceitável para suínos nas fases inicial (25 a 75 kg), de crescimento e terminação, contudo, ultrapassaram o recomendado para esses animais na fase final (75 a 120 kg).

As temperaturas de superfície do piso de concreto são sempre menores que nos pisos com cama sobreposta, o que contribui para melhor conforto térmico na fase final da vida dos animais.

O consumo de água varia de acordo com a fase da vida do animal e com o tipo de material a ser usado como cama. No sistema de criação em cama de casca de arroz é menor do que no sistema de piso de concreto, que, por sua vez é menor que no sistema de cama de maravalha. O desempenho animal na fase final é melhor no sistema de piso de concreto.

### Literatura Citada

- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 246p.
- BUFFINGTON, C.S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. **Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. St. Joseph: American Society Agricultural Engineers, 1977. 19p. (Paper 77-4517).
- CORRÊA, E.K. **Avaliação de diferentes tipos de camas na criação de suínos em crescimento e terminação**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, 1998.
- CRITCHFIELD, H.J. **General climatology**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1974. 447p.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. 2.ed. Westport: AVI Publishing Company, 1974. 325p.
- MATTE, J.J. A note on the effect of deep-litter housing on the growth performance of growing finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, p.642-647, 1993.
- OLIVEIRA, P.A.V. **Qualidade do ambiente para a produção de leitões**. In: SILVA, I.J.O. (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. 247p.
- OLIVEIRA, P.A.V. Produção de suínos em sistema “deep bedding”: experiência brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., 2000, São Paulo. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.101-110.

Recebido: 3/11/2005  
Aprovado: 18/4/2007