

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES EDIFICAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE PARA SUÍNOS NA ÉPOCA QUENTE¹

CARLOS CLÁUDIO PERDOMO² e SÉRGIO NICOLAIEWSKY³

RESUMO - Foram analisadas as condições ambientais de diferentes tipos de construção para suínos na época quente (outubro a abril), incluindo 153 construções, em 23 municípios do sul brasileiro. Os modelos analisados foram construídos por fechamento unilateral, bilateral, misto e nulo. Temperatura, umidade relativa e ventilação foram registradas às 7,30 h, 10,30 h, 13,30 h, 17,00 h e 20 h, em cada uma das construções. Os dados foram coletados em vários pontos no interior das construções a 0 m, 0,30 m, 1,00 m e 2,00 m do solo, para a temperatura, e a 1,5 m para a umidade relativa e ventilação, de outubro de 1981 até fevereiro de 1983. Não foram encontrados efeitos significativos ($P > 0,05$) da temperatura e da velocidade do ar entre os modelos de edificações. Os modelos unilateral e bilateral apresentaram taxas mais elevadas de umidade relativa ($P < 0,05$) do que o aberto e misto. As temperaturas médias registradas no modelo unilateral ($25,4^{\circ}\text{C}$), bilateral ($25,6^{\circ}\text{C}$), aberto ($25,3^{\circ}\text{C}$) e misto ($24,3^{\circ}\text{C}$) foram elevadas, para suínos adultos; as taxas de ventilação (3,05, 4,04, 5,66 e 2,65 m/min, respectivamente) foram inadequadas em todos os modelos de edificação. Conclui-se que os criadores não utilizam adequadamente os recursos (fechamento) disponíveis nas edificações para o controle das condições ambientais.

Termos para indexação: porcos, saúde de suínos, modelos de chiqueiros.

INFLUENCE OF VARIOUS SWINE BUILDING DESIGNS ON THE ENVIRONMENT DURING THE WARM SEASON IN THE SOUTH FROM BRAZIL

ABSTRACT - The environmental conditions of different swine building designs during the warm season were analysed using data collected in several farms in the study including 153 buildings at 23 counties of the southern Brazil, observed from October 1981 to February 1983. The designs included open front, completely closed, completely open and mixed buildings. Temperature, relative humidity and air velocity were measured internally in each building at 7:30 AM, 10:30 AM, 1:30 PM, 5:00 PM and 8:00 PM. Temperature data were collected in several locations inside the building at 0.00; 0.30; 1.00 and 2.00 meters height from the floor, while relative humidity and air velocity were measured at the 1.50 meters height from the floor. There were no significant difference ($P > 0.05$) among building designs for temperature and air velocity. Open front and completely closed building presented higher relative humidity values ($P < 0.05$) than completely open and mixed building designs. The temperatures observed in open front, completely closed, completely open and mixed building designs were 25.4°C ; 25.6°C ; 25.3°C and 24.3°C , respectively being higher than those recommended for adult pigs. The ventilation values observed for open front (3.05 m/min), completely closed (4.04 m/min), completely open (5.66 m/min) and mixed (2.65 m/min) building designs were inadequate for all designs considered. It is concluded that swine farms are not managing their buildings well enough to control the environment.

Index terms: welfare, pigs, pig welfare, piggery designs.

INTRODUÇÃO

Temperaturas

As más reações dos suínos às temperaturas ambientais elevadas resultam, fundamentalmente,

das dificuldades que surgem para dissipar o calor produzido na manutenção dos processos vitais, das atividades de crescimento e do incremento calórico da alimentação (Sorensen 1964).

O suíno, ao nascer, exige uma temperatura mínima de 35°C (Sainsbury 1972) e, durante esta fase, é muito sensível a temperaturas baixas. A espécie, no entanto, por não contar com mecanismos fisiológicos eficientes, torna-se, à medida que cresce e adquire maior espessura da camada de gordura, cada vez mais inábil para a eliminação do calor (Ingram 1965), ainda que possua capacidade de manter sua temperatura corporal em vários ambientes.

¹ Aceito para publicação em 15 de outubro de 1987. Parte da Tese de Mestrado em Agronomia do primeiro autor, apresentada à Univ. Fed. do Rio Grande do Sul (UFRGS).

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (CNPASA), Caixa Postal D-3, CEP 89700 Concórdia, SC.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Prof. - Adjunto, Dep. de Zoot. da Fac. de Agron. da UFRGS, Caixa Postal 776, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

A redução do ganho de peso de suínos submetidos a temperaturas elevadas é inevitável na ausência de qualquer controle das condições ambientais. Este efeito resulta da redução espontânea da quantidade de alimento ingerido e pode ser estimado, segundo Le Dividich (s.n.t.), em 39,0 g para cada °C de aumento da temperatura ambiental no intervalo de 20,0°C a 32,0°C, e corresponde a um decréscimo no ganho de peso de suínos em crescimento da ordem de 12,0 g/dia. Stayl et al. (1979) e Stayl & Crowell (1979) encontraram decréscimos de 1,7% e de 3,3% no ganho de peso diário (GPD) de suínos em crescimento e acabamento, respectivamente, para cada °C de aumento da temperatura ambiental no intervalo de 20,0°C a 35,0°C.

A eficiência reprodutiva dos suínos diminui em condições de estresse térmico, como consequência da redução do consumo alimentar (Teague et al. 1968), inibição ou atraso do comportamento estral (Steinbach 1976), decréscimo da taxa de concepção e aumento da mortalidade embrionária (Fonda 1978).

Fêmeas suínas expostas a temperatura ambiental de 32,2°C tiveram reduções de 21,0% no consumo alimentar e de 45,0% no GPD (Teague et al. 1968). Em estações cuja temperatura média estava abaixo de 25,0°C, as fêmeas costumavam apresentar ciclos regulares a cada 20 dias, e durante as estações quentes, este intervalo diminui, e ocorre um aumento do número de fêmeas que não manifestam sinais de cio (Steinbach 1976).

Umidade

O efeito da umidade sobre o crescimento dos suínos é pequeno, a não ser quando associado ao estresse térmico (Hazen & Mangold 1960).

A habilidade suína para dissipar o calor em ambientes com temperatura e umidade relativa (UR) elevadas é deficiente (Mount 1964). Aumaitre et al. (1978) observaram que o ganho de peso de suínos em acabamento, submetidos a temperaturas elevadas, diminui com o aumento da taxa de UR do ar. Morrison et al. (1969), citados por Le Dividich (s.n.t.), encontraram reduções de 8,0% e 23,0% no GPD de suínos em acabamento, quando elevaram a UR do ar de 50,0% - 60,0% para 80,0% - 90,0%, e a temperatura ambiental, de 28,0°C para 33,0°C, respectivamente.

Ventilação

Nos animais, a ventilação se traduz pela intensidade com que afeta as perdas de calor por convecção, dissipação do calor de radiação e de condução.

Sainsbury (1972) relatou que leitões jovens mostraram-se à vontade com a taxa de ventilação de 9,0 m/minuto (m/min), com a temperatura ambiental de 21,0°C, e sem conforto à temperatura de 18°C. Close & Heavens (1981) observaram perdas de calor em suínos com 25,0 kg de peso vivo, da ordem de 21,0% à temperatura de 20,0°C, e de 4,0% a 30,0°C de temperatura ambiental, quando a ventilação variou de 19,8 para 33,6 m/min, respectivamente.

Um aumento na taxa de ventilação é benéfico nas situações em que a temperatura ambiental é mais elevada que a ótima. Morrison et al. (1976) encontraram melhores resultados para o GPD e consumo alimentar de suínos expostos à ventilação de 0,5 do que a 0,05 metro/segundo (m/s).

A ventilação, quando adequada, proporciona melhor conforto térmico para os animais, controla a umidade e os fenômenos da condensação, e retira os gases tóxicos (amônia - NH₃, ácido sulfídrico - H₂S e gás carbônico - CO₂) e os produtos resultantes da degradação biológica do material orgânico (Hazen & Mangold 1960). Drummond et al. (1980) encontraram reduções de 12,0%; 30,0% e 29,0% do ganho de peso de leitões (8,4 ± 0,26 kg de peso vivo) expostos durante quatro semanas a concentrações de 50,0; 100,0 e 150 ppm de NH₃. Le Dividich (s.n.t.) relata que, em concentrações de 50 - 200 ppm de H₂S, poderá ocorrer perda de apetite, fotofobia, vômitos e diarreias.

Como as características climáticas da região Sul do Brasil são predominantemente quentes, e sendo o desempenho dos suínos afetado pelo modelo da edificação (Jensen et al. 1972), resulta fundamental, nestas condições, que o modelo, a localização e o grau de fechamento desejado nas edificações sejam definidos de acordo com as condições climáticas vigentes, no sentido de proporcionar maior conforto térmico para os animais nos dias quentes.

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar os diferentes modelos de edificações para

suínos existentes na região Sul do Brasil e analisar o seu comportamento ambiental (temperatura, UR e ventilação) durante a época quente.

MATERIAL E MÉTODOS

As observações no presente trabalho referem-se a 153 edificações para suínos, distribuídas em 23 municípios dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Os municípios e as edificações foram selecionados através de contato com técnicos pertencentes a serviços de extensão rural, frigoríficos, associações de criadores, cooperativas, empresas privadas e criadores, buscando-se intencionalmente modelos característicos de cada região, bem como das concepções ora recomendadas.

Os dados foram coletados de outubro de 1981 a fevereiro de 1983, e os modelos de edificações analisados durante a época quente (outubro a abril) foram: 1. unilateral fechado - dispõe de fechamentos (janelas, janelões, tampões e outros) em apenas uma das laterais (geralmente a do lado sul) e a outra lateral aberta; 2. bilateral fechado - fechamento em ambas as laterais; 3. aberto - sem fechamentos nas laterais; 4. misto - alternando seções abertas com seções unilateral e/ou bilateralmente fechadas.

Todos os parâmetros ambientais externos ou internos (temperatura, UR e ventilação) foram registrados às 7:30 h; 10:30 h; 13:30 h; 17:00 h e 20:00 h. As observações internas foram realizadas em vários pontos de cada edificação, de forma a alcançar informações suficientes das extremidades, do meio e das laterais, e em cada um destes pontos foram tomados registros de temperatura a 0 m; 0,30 m; 1,00 m e 2,00 m de altura do nível do piso, e de 1,50 m para a UR e velocidade do ar. Os parâmetros ambientais externos foram tomados a 1,50 m do nível do solo e sempre com a parte sensível dos aparelhos colocados à sombra.

Como instrumental, utilizou-se um termômetro digital específico para a tomada de temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$), e a UR do ar (%) foi calculada com o auxílio de um psicrômetro de aspiração forçada e, de posse da depressão psicrométrica ($t-t_u$) e da temperatura do bulbo seco, determinou-se o teor de UR através da tabela psicrométrica. Um anemômetro de canecas, portátil, foi empregado para medir a velocidade do vento em m/min.

As variações ambientais foram analisadas estatisticamente pelo teste t de Student, considerando-se os fatores modelo de edificação, horário e material de construção. Para a distribuição da frequência e teste t, foram usados o "Proc Freq" e o "Proc Means" do Statistical Analysis System (SAS) (Barr et al. 1979), respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos modelos

A frequência das características gerais das edifi-

cações de acordo com o modelo de construção é apresentada na Tabela 1.

Observa-se uma nítida predominância de edificações construídas em alvenaria, à exceção do modelo com fechamento unilateral. A explicação para este fato está relacionada, em geral, à grande aceitação deste modelo por parte dos pequenos produtores (mais numerosos e é característica das principais regiões suinícolas do Sul), do maior grau de antiguidade e, evidentemente, da maior disponibilidade de madeira existente nas regiões consideradas.

Todos os modelos apresentaram maior frequência de edificações cobertas com telhas de cerâmica, duas águas, sem forro, sem solário, baias do tipo convencional, ventilação natural e maternidades sem dispositivos de proteção do leitão contra o frio ambiental.

A Tabela 2 apresenta as características de engenharia de acordo com o modelo de edificação. Os modelos mistos, de concepção e construção mais recentes, utilizados especialmente pelos médios e grandes criadores pertencentes a fomentos industriais e sistemas integrados de produção de suínos, são os que possuem maior dimensionamento.

A altura do pé direito é, em geral, baixa, quando relacionada às características de construção inerentes a cada modelo e do clima predominantemente quente existente na região Sul na época deste estudo, especialmente para aqueles de maior área construída (misto, bilateral fechado e aberto) e com maior grau de fechamentos.

Temperaturas

A Tabela 3 apresenta as temperaturas internas registradas pelos diferentes modelos de edificações durante a época quente.

Não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$) pelo teste t e entre as temperaturas internas nos diferentes modelos, dentro de horário e da média geral. Todos, no entanto, caracterizam-se por apresentar valores de temperatura situados acima da faixa de conforto para a espécie suína (exceção para animais jovens), especialmente nos períodos mais quentes do dia (13:30 h às 17:00 h).

As médias diárias de temperaturas internas encontradas são inferiores aos $29,0^{\circ}\text{C}$, preconizados

TABELA 1 Frequência da distribuição das características gerais de construção, de acordo com os modelos de edificações (%).

Descrição		Modelos				Geral
		Unilateral	Bilateral	Aberto	Misto	
Material de construção	Madeira	11,1	3,9	5,2	3,3	23,5
	Alvenaria	11,1	34,9	24,2	3,9	73,2
	Misto	1,3	1,3	0,0	0,7	3,3
Telhado	Cerâmica	15,0	22,9	17,7	5,2	60,8
	Fibrocimento	7,8	14,4	7,8	2,7	32,7
	Metálica	0,7	2,0	3,9	0,0	6,5
Forro	Com forro	1,3	8,5	0,6	0,6	11,1
	Sem forro	22,2	30,7	28,7	7,3	88,9
Número de águas	Meia	1,9	3,9	4,6	0,0	10,5
	Duas	18,3	32,7	21,6	7,9	80,4
	Mais de duas	3,2	2,6	3,2	0,0	9,1
Solário	Com	8,5	1,3	2,0	2,0	13,7
	Sem	15,0	37,9	27,4	5,9	86,3
Sistema de ventilação	Natural	23,5	35,3	29,4	7,8	96,1
	Mista	0,0	3,9	0,0	0,0	3,9
Piso	Compacto	19,6	26,2	22,2	6,5	74,5
	Parcial ripado	3,9	11,1	7,2	1,3	23,5
	Ripado total	0,0	1,9	0,0	0,0	2,0
Baías	Convencional	21,5	20,9	26,1	5,2	73,8
	Box e/ou gaiola	2,0	18,3	3,3	2,7	26,2
Tipos de divisórias de baías	Compacta	14,4	29,4	18,9	3,3	66,1
	Não compacta	9,1	9,8	10,4	4,6	33,9
Tipo de proteção do leitão contra o frio em maternidades	Sem	10,0	42,0	4,0	12,0	68,0
	Lâmpadas	2,0	12,0	2,0	0,0	16,0
	Escamoteador	2,0	12,0	0,0	2,0	16,0

por La Farge (1982) como ótima para leitões recém-nascidos, e adequadas para os leitões com 7,0 kg de peso vivo (25,0°C), e superiores à de suícom 25,0 kg (21,0°C), 3,0 kg (20,0°C), 60,0 kg (19,0°C) e 100,0 kg (17,0°C) de peso vivo. Segundo Pointer (1978), são excessivamente elevadas para matrizes recém-cobertas e para as em avançado estado de gestação (15,0°C).

À exceção do modelo misto, todos os demais apresentaram temperaturas internas superiores ou, no mínimo, iguais à externa, quando consideradas dentro do período de 7:30 h e 20:00 h e da média geral. Este efeito era esperado, porque o calor gerado pelos animais constitui uma das principais fontes de produção de calor no interior das edificações e, segundo Boon (1978), é responsável

(dependendo do grau de isolamento de cada edificação) pela elevação da temperatura residual do ambiente em 2,0°C ou 3,0°C, em comparação com a da entrada. Esta situação, no entanto, inverte-se para os horários mais quentes do dia, como decorrência, em parte, da maior incidência de ventilação interna nos períodos considerados, reduzindo, conseqüentemente, o acúmulo do calor interno produzido pelos animais e pela radiação solar.

O modelo misto apresentou um comportamento ambiental contraditório em relação aos demais. Durante os períodos quentes do dia (13:30 h e 17:00 h), sua temperatura interna foi mais elevada em relação à externa e menor nos períodos amenos (7:30 h; 10:30 h e 20:00 h). A interpreta-

TABELA 2. Características de engenharia de acordo com os modelos de edificações (médias).

Descrição	Modelos				Geral
	Unilateral	Bilateral	Aberto	Misto	
Frequência (%) das áreas planas de construção das edificações:					
- até 50 m ²	3,3	2,0	5,9	0,0	11,1
- 50,0 - 100,0 m ²	5,9	5,2	3,9	0,6	15,7
- 100,0 - 200,0 m ²	9,8	10,5	5,9	2,6	28,8
- 200,0 - 400,0 m ²	3,9	11,1	8,5	1,3	24,8
- mais de 400,0 m ²	0,6	10,5	5,2	5,3	19,6
Área média de edificações m ²	143,2	307,3	274,4	438,6	281,2
Área fechamentos verticais (m ²)	7,3	49,3	0,0	34,9	23,6
Área permanentemente aberta (m ²)	36,3	8,2	93,5	78,1	44,5
Salas (número)	1,1	2,2	1,2	5,0	2,0
Baía, box e/ou gaiola (número)	10,7	28,9	24,7	75,2	29,4
Altura pé direito (m):					
- mínimo	1,9	2,2	2,1	2,1	2,1
- máximo	2,1	2,3	2,3	2,3	2,2
Largura das edificações (m)					
- mínimo	5,6	8,3	7,1	8,0	7,3
- máximo	5,9	8,7	7,3	13,5	8,0
Altura de início dos fechamentos (m)	0,85	1,02	0,0	0,93	-
Início da parte aberta (altura em m)	0,67	-	0,87	0,65	-
Orientação (0°C)*	60,1	49,8	53,5	67,9	54,7

* Situação do eixo maior da edificação em relação ao norte magnético considerado no sentido horário.

TABELA 3. Temperatura interna (°C), obtida na época quente, de acordo com o modelo da edificação e horário.

Modelo	Horários*					Média diária	Coeficiente de variação (%)
	7:30	10:30	13:30	17:00	20:00		
Unilateral fechado	22,7 ± 2,43	25,0 ± 2,09	27,9 ± 3,87	27,2 ± 3,87	24,0 ± 2,76	25,4 ± 2,43	9,6
Bilateral fechado	22,5 ± 2,27	25,2 ± 2,51	28,6 ± 2,43	27,5 ± 2,20	24,5 ± 1,71	25,6 ± 1,55	6,0
Aberto	21,9 ± 2,09	24,8 ± 2,68	28,1 ± 2,51	27,4 ± 2,71	24,1 ± 2,20	25,3 ± 1,85	7,3
Misto	18,1 ± 1,58	22,3 ± 1,45	29,8 ± 0,74	29,4 ± 1,33	21,8 ± 0,99	24,3 ± 0,29	1,2
Temperatura externa	21,4	25,2	29,1	27,7	23,0		

* Não diferem significativamente (P > 0,05) entre modelos de edificações.

ção deste fato resulta ser complexa, uma vez que o modelo misto se caracteriza por apresentar alta densidade animal e cerca de 30,0% de sua área vertical possui fechamentos. Um estudo mais detalhado, buscando não somente o efeito isolado de cada variável mas a interação dos fatores não considerados no presente trabalho, seria relevante e de grande interesse prático, em face da crescente população deste modelo, entre técnicos e criadores.

Não foi encontrado efeito (P > 0,05) do mate-

rial de construção (madeira, alvenaria e madeira-alvenaria) sobre as temperaturas internas dos diferentes modelos, com exceção das edificações construídas em madeira-alvenaria, onde o modelo misto apresentou índices inferiores (P < 0,05) ao aberto.

Umidade

A Tabela 4 apresenta os valores da UR do ar encontrado internamente nos diferentes modelos

TABELA 4. Umidade interna (%) obtida na época quente, de acordo com o modelo da edificação e horário.

Modelo	Horário					Média diária	Coeficiente de variação (%)
	7:30	10:30	13:30	17:10	20:00		
Unilateral fechado	78,2 ± 7,44 ^a	69,9 ± 9,19 ^a	62,8 ± 14,80 ^a	67,44 ± 15,41 ^a	75,3 ± 11,49 ^a	70,7 ^a	16,9
Bilateral fechado	83,5 ± 9,55 ^b	73,8 ± 13,26 ^b	65,3 ± 14,36 ^a	65,0 ± 14,46 ^b	75,3 ± 11,20 ^a	72,1 ^a	16,3
Aberto	75,5 ± 10,88 ^c	65,2 ± 12,55 ^c	55,3 ± 13,81 ^b	60,5 ± 14,52 ^c	67,8 ± 11,25 ^b	64,9 ^b	19,8
Misto	80,1 ± 4,25 ^{ab}	66,5 ± 2,43 ^{ac}	44,9 ± 8,54 ^c	46,44 ± 6,5 ^d	75,9 ± 2,72 ^a	62,8 ^b	12,5
Umidade externa	80,7	70,1	61,1	65,1	74,8	-	-

a,b Diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre modelos de edificações.

de edificações, durante a época quente.

Segundo os padrões do Institute Technique Du Porc (ITP) (Mementos . . . 1968), as médias diárias de UR do ar encontradas situam-se na faixa considerada como ótima para suínos de 33,0 kg a 100,0 kg de peso vivo (60,0% - 70,0%) e relativamente elevadas para leitões de 20,0 kg a 35,0 kg (60,0%).

Houve efeito ($P \leq 0,05$) da UR do ar entre os modelos com fechamentos unilateral e bilateral, e o aberto, quando considerado dentro do horário e da média geral. A interpretação deste efeito pode ser atribuída ao acúmulo da umidade gerada pelas águas servidas, urina e perdas por evaporação, como conseqüência da menor incidência de ventilação interna naqueles modelos, especialmente durante os horários mais amenos do dia, período em que os criadores procuram dar maior grau de fechamento nas edificações, numa tentativa de evitar a dissipação do calor interno do ambiente.

O maior teor de UR do ar no interior das edificações com fechamentos unilateral e bilateral ($P < 0,05$), em comparação ao modelo misto, dentro dos horários mais quentes do dia e da média geral, pode ser explicado, em parte, como conseqüência dos menores valores de temperatura apresentados pelos dois primeiros nos períodos referidos, e da existência de uma relação de proporcionalidade inversa entre os dois parâmetros.

Valores mais elevados de UR do ar ($P \leq 0,05$) foram encontrados nas edificações construídas em alvenaria (com exceção do modelo misto), quando

comparados aos similares de madeira. A maior inércia térmica das edificações de alvenaria é responsável pela ocorrência de temperaturas internas inferiores em relação às de madeira, e a explicação do efeito resulta, finalmente, da relação de proporcionalidade inversa existente entre a temperatura e a umidade.

Não foi encontrado efeito estatístico significativo ($P > 0,05$) dentro do modelo misto e do bilateral fechado, ao variar o material de construção. As edificações aberta e unilateral fechada de alvenaria e de alvenaria-madeira apresentaram taxas de umidade relativa do ar ($P < 0,05$) superiores às similares de madeira.

Ventilação

A Tabela 5 apresenta taxas de ventilação interna encontradas durante a época quente, de acordo com o modelo de edificação.

As taxas de ventilação apresentadas por todos os modelos resultam inferiores àquela sugerida por Sainsbury (1972) como adequada aos suínos jovens (9,0 m/min) e, conseqüentemente, para suínos adultos, especialmente se relacionada às elevadas temperaturas internas encontradas nos períodos considerados.

Não foram encontrados efeitos estatísticos significativos ($P > 0,05$) na taxa de ventilação interna registrada pelos diferentes modelos de edificações, dentro do período de 10:30 h e 17:00 h e da média geral. Houve efeito estatístico significativo ($P < 0,05$) somente do modelo aberto sobre

TABELA 5. Ventilação interna (m/min) obtida na época quente, de acordo com o modelo da edificação e horário.

Modelo	Horário					Média diária	Coeficiente de variação (%)
	7:30	10:30	13:30	17:00	20:00		
Unilateral fechado	1,49 ± 0,27 ^a	4,12 ± 0,63 ^a	5,86 ± 1,00 ^a	3,22 ± 0,62 ^a	0,56 ± 0,20 ^a	3,05 ^a	100,5
Bilateral fechado	2,43 ± 0,66 ^{ab}	5,71 ± 1,12 ^a	6,52 ± 1,05 ^a	4,06 ± 0,54 ^{ab}	1,46 ± 0,35 ^b	4,04 ^a	118,3
Aberto	3,15 ± 0,87 ^b	5,04 ± 1,02 ^a	9,24 ± 2,12 ^a	6,04 ± 1,14 ^b	4,85 ± 1,06 ^c	5,66 ^a	116,2
Misto	3,08 ± 1,97 ^{ab}	2,61 ± 1,89 ^a	3,77 ± 2,38 ^a	3,54 ± 1,74 ^{ab}	0,15 ± 0,15 ^{ab}	2,63 ^a	101,3
Ventilação externa	16,4	31,6	27,0	21,9	20,8	-	-

^{a,b} Diferença significativa (P < 0,05) entre modelos de edificações.

o unilateral fechado, nos demais horários.

O modelo aberto e o bilateral fechado (exceção para as 7:30 h), conforme se esperava, apresentaram valores de ventilação interna mais elevados que os demais, especialmente no período mais quente do dia. A explicação para o efeito resulta da possibilidade de o modelo bilateral apresentar comportamento similar ao aberto, através da abertura total dos seus fechamentos durante este período, numa tentativa dos criadores em minimizar o efeito da elevada temperatura residual, através da obtenção de maior área vertical disponível para a ventilação.

Foi encontrado efeito estatístico significativo (P < 0,05) das edificações construídas de madeira em relação aos modelos de alvenaria e madeira-alvenaria. Este efeito decorre do menor grau de vedação e compactação das paredes externas dos modelos em madeira, que permitem maior volume e maior número de pontos de penetração do ar externo.

CONCLUSÕES

1. As temperaturas internas apresentadas pelos diferentes modelos foram elevadas, em relação às consideradas como ótimas para a maximização do desempenho do suíno, com exceção dos animais jovens.

2. As taxas de UR do ar apresentadas pelos modelos com maior grau de fechamentos são inadequadas para os suínos, especialmente na fase inicial.

3. A ventilação interna apresentada pelos diferentes modelos foi pequena e considerada extremamente inadequada para o melhor desempenho da espécie, especialmente quando relacionada às altas temperaturas residuais observadas nos períodos estudados.

4. Os criadores não utilizam adequadamente os dispositivos disponíveis nas edificações (janelas, tampões, cortinas e outros), de forma a minimizar os efeitos negativos e estressantes dos fatores ambientais excessivos (radiação solar, temperatura, ventilação e UR do ar).

5. A altura do pé direito apresentado pelos diferentes modelos de edificações foi considerado baixo, e pouco eficiente para a redução do calor transferido pela cobertura ao interior da edificação, durante o período considerado.

6. Os modelos que possuem ou apresentam secções com fechamento bilateral (bilateral e misto, respectivamente), possibilitam reduzir o grau de dissipação do calor gerado internamente (dispositivos fechados) e um comportamento ambiental característico de modelo aberto (dispositivos abertos). Este aspecto torna-os mais indicados para a fase de maternidade e creche, em relação aos demais modelos.

REFERÊNCIAS

AUMAITRE, A.; BINA, L.; LE DIVIDICH, L.; RETAGLIATTI, J. Production porcine et habitat; état actuel de nos connaissances et recherches à entreprendre. Paris, Ministère de l'Agriculture, 1978. p.193-207. (Bulletin Technique, 328/329)

- BARR, A.J.; GOODNIGHT, J.H.; SALL, J.P.; BLAIR, W.H.; CHILKO, D.K. *SAS user's guider*. Raleigh, SAS Institute, 1979. 495p.
- BOON, C.R. Airflow patterns and temperature distribution in an experimental piggery. *J. Agric. Eng. Res.*, **23**: 129-39, 1978.
- CLOSE, W.H. & HEAVENS, R.P. The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pigs. *Anim. Prod.*, **32**:75-84, 1981.
- DRUMMOND, J.G.; CURTIS, S.E.; SIMON, J.; NORTON, N.W. Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs. *J. Anim. Sci.*, **50**(6):1085-91, 1980.
- FONDA, E.S. The effect of heat stress on reproductive fertility in the sow and gilt. In: *LIVESTOCK PRODUCERS' DAY*, Lafayette, 1978. Report. Lafayette, Agricultural Experimental Station, 1978. p.32-6.
- HAZEN, T.E. & MANGOLD, D.W. Functional and basic requirements of swine housing. *Agric. Eng.*, **41**(9): 585-90, 1960.
- INGRAM, D.L. Evaporative cooling in the pig. *Nature*, London, **207**:415-6, 1965.
- JENSEN, A.H.; HARMON, B.G.; CARLISSE, G.R. *Management and housing for confinement swine production*. Urbana, University of Illinois, 1972. 35p. (Circular, 1064)
- LA FARGE, B. de. Le chauffage des porcheries. *Eleveur Porcs*, **134**:15-9, 1982.
- LE DIVIDICH, J. Performance du porc croissance-finition en relation avec le milieu climatique. In: *JOURNÉE NATIONALE DU PORC*, Toulouse, 1982. *Annales. s.n.t.* p.13-9.
- MEMENTOS d'élevage du porc charcutier. Versailles, Protector, 1968. 94p.
- MORRISSON, S.R.; GIVENS, R.L.; HEITMAN JUNIOR, H. Effects of air movement on swine at high temperature. *Int. J. Biometeorol.*, **20**(4):337-43, 1976.
- MOUNT, L.E. Aspectos del desarrollo de la fisiología ecológica del cerdo. In: *MORGAN, J.T. Nutrición de aves y cerdos*. Zaragoza, Acribia. p.83-97, 1964.
- POINTER, C.G. The pigs requirements. *Agric. Eng.*, **27**(3):78-81, 1978.
- SAINSBURY, D.W.B. Climatic environment and pig performance. In: *COLE, D.J.A., ed. Pig production*. London, Butterworths, 1972. p.91-105.
- SORENSEN, P.H. Influencia del ambiente climático en la producción del cerdo. In: *MORGAN, J.T. Nutrición de aves y cerdos*. Zaragoza, Acribia, 1964. p.97-116.
- STAYL, T.S. & CROWELL, G.L. Effect of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing and finishing swine. *J. Anim. Sci.*, **49**:1478-88, 1979.
- STAYL, T.S.; CROWELL, G.L.; AVIOTTI, M.P. The effect on environmental temperature and dietary lysine source and level on the performance and carcass characteristics of growing swine. *J. Anim. Sci.*, **49**:1242-51, 1979.
- STEINBACH, J. Reproductive performance of the high producing pigs under tropical conditions. *World Anim. Rev.*, **9**:43-7, 1976.
- TEAGUE, H.S.; ROLLER, W.L.; GRIFO JUNIOR, A.P. Influence of high temperature and humidity on the reproductive performance of swine. *J. Anim. Sci.*, **27**:408-11, 1968.