

## Avaliação Térmica Ambiental de Salas Convencionais e Salas com Amplas Janelas e Cortinas em Maternidades Suinícolas<sup>1</sup>

Sílvia Helena Nogueira Turco<sup>2</sup>, Aloísio Soares Ferreira<sup>3</sup>, Ilda F. F. Tinôco<sup>3</sup>, Mônica A. Aguiar<sup>4</sup>, Paulo Roberto Cecon<sup>3</sup>, Gherman Garcia Leal Araújo<sup>5</sup>

**RESUMO** - O objetivo desta pesquisa foi estudar as condições térmicas ambientais, com dois sistemas de acondicionamento térmico, em maternidades suinícolas, no inverno, utilizando-se os seguintes tratamentos: 1) sala convencional (SSV) e 2) sala com amplas aberturas de janelas e sistema de cortinas (SAC). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos nas parcelas e oito horários nas subparcelas, com quatro repetições. Foram utilizadas 52 porcas, das raças Landrace e Large White, distribuídas aleatoriamente em dois lotes de 26 matrizes. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), a carga térmica radiante (CTR), o índice bioclimático (IBC) e a umidade relativa do ar (UR) foram estimados. Os tratamentos SAC e SSV proporcionaram ambientes termicamente semelhantes. As maternidades suinícolas com amplas aberturas de janelas e sistema de cortinas ou maternidades com sala convencional proporcionaram condições térmicas ambientais adequadas para porcas em lactação, no inverno.

Palavras-chave: ambiência, estresse por calor, estresse por frio, lactação, suínos

## Environmental Thermal Evaluation of Conventional Rooms with Wide Windows and Curtains in Pigs Nursery

**ABSTRACT** - The objective of this research was to study the environmental thermal conditions with two systems of thermal conditioning in pig nurseries in the winter, using the following treatments: 1) conventional room (SSV) and 2) room with wide opening windows and a system of curtains (ROC). A complete randomized experimental design was used in a split-plot scheme with two treatments and eight schedules hours, and four replicates. Fifty-two sows of the Landrace and Large White breed were distributed at random into two lots of 26 animals. Global temperature index and humidity (ITGU), radiant thermal load (CTR), bioclimatic index (IBC), and relative air humidity (UR) were estimated. The treatments ROC and SSV showed thermally similar environments. Pig nurseries with wide opening windows and a system of curtains and nurseries with conventional rooms provided an adequate environmental thermal condition for lactating sows in the winter.

Key Words: environment, cold stress, lactation, swine

### Introdução

As maternidades suinícolas classificadas, no Brasil, como de média ou alta tecnologia possuem instalações totalmente fechadas, até mesmo nas regiões em que a temperatura ambiente se mantém elevada em grande parte do ano. Apesar dessas maternidades favorecerem ambiente de conforto para os leitões que necessitam de temperaturas mais elevadas, principalmente nos primeiros 28 dias de idade, é possível que sejam adequadas para as lactantes, pois a alta temperatura ambiental pode induzi-las ao estresse e, conseqüentemente, influir na produtividade e no desempenho.

Em regiões com amplitude térmica elevada, a otimização do sistema de ventilação natural, por meio de amplas aberturas de janelas, pode favorecer a ventilação interna dentro das maternidades, aproveitando o vento, geralmente mais frio, diminuindo, assim, o estresse por calor nas porcas, sem influir no acondicionamento térmico para os leitões, se concomitantemente for usado o sistema de abrigo escamoteador para os leitões.

A maior preocupação na construção de salas de maternidades com maiores aberturas de janelas, para aproveitar mais a ventilação natural, tem sido a redução da temperatura, durante o período noturno,

<sup>1</sup> Convênio UFV - Sadia Concórdia S/A.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq, D.S. Rua Vasco da Gama, 50/102, 56.300-000 Petrolina-PE.

<sup>3</sup> Professor, D.S. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia - Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000 Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Pesquisador, M.S. Sadia Agropastoril Ltda, 89694-000 Faxinal dos Guedes-SC.

<sup>5</sup> Pesquisador, D.S. EMBRAPA/CPATSA - 56300-000 Petrolina-PE.



principalmente no inverno. Temperaturas baixas nas maternidades podem provocar ambiente estressante para os leitões. A redução da temperatura do ambiente dos leitões abaixo de 20°C pode diminuir o consumo de colostro e a temperatura retal e, conseqüentemente, gerar acréscimo na produção de calor (DIVIDICH e NOBLET, 1981), levando à mobilização das reservas corporais.

Assim, torna-se necessário verificar se a abertura de janelas, para adequar as maternidades às condições de verão, pode ou não prejudicar o desempenho dos leitões, no inverno, uma vez que não seria conveniente derrubar paredes no verão e reconstruí-las no inverno.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se avaliar o ambiente térmico de maternidades suinícolas com salas convencionais e salas com amplas janelas e cortinas, no inverno.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de inverno de 1995, no setor de maternidade de uma propriedade suinícola (Granja Nova Sarandi), localizada em Faxinal dos Guedes, SC, situada a 1020 m de altitude, 26°45' latitude Sul e 23°27' longitude Oeste, com clima predominante Cfb (clima temperado úmido, sem estação de seca), segundo a classificação de KÖPPEN.

Neste experimento foram utilizadas 52 matrizes, das raças Landrace e Large White, distribuídas aleatoriamente por número de parição, em dois lotes de 26, alojadas em salas de maternidade até sete dias antes da parição; nessa fase, receberam 2,0 kg de ração/animal/dia. No dia do parto, não foram alimentadas e, do segundo dia em diante, receberam ração à vontade, seguindo-se esse arraçoamento até a desmama. Os leitões, ao nascerem, receberam todos os cuidados necessários, de acordo com SOBESTIANSKY et al. (1987), sendo uniformizado o número de leitões por matriz em 10.

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com dois tratamentos nas parcelas e oito horários nas subparcelas com quatro repetições. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5 ou 1% de probabilidade.

O setor de maternidade utilizada no experimento possuía seis salas de maternidade dispostas em duas linhas paralelas afastadas por 10 m, com três salas em cada linha. As salas de alvenaria de tijolo maciço revestido com 25,2 m de comprimento, 10,5 m de largura e 2,4 m de pé-direito foram construídas em terrenos plano-nivelados, com gramado em volta, e orientadas na direção leste-oeste. Eram coberturas de

telhas de barro, tipo francesa, com inclinação de 40%, apoiadas em duas águas, sem lanternin, com beirais de 1,0 m e com forro de madeira, contendo cada uma 14 janelas basculantes, divididas em grupo de sete janelas em cada lado da sala, com dimensões de 1,0 m de comprimento por 0,5 m de altura e 1,60 m de altura de peitoril.

Em cada sala de maternidade foram instaladas 26 gaiolas individuais de parição, com abrigos escamoteadores frontais para os leitões, comedouros tipo convencional e bebedouros tipo chupeta para porcas e leitões. Os abrigos escamoteadores (dimensões de 1,0 x 1,0 m) foram aquecidos por lâmpada, tipo incandescente, de 100 W.

Foram utilizadas duas salas de maternidade, onde foram implantados os seguintes tratamentos: 1) sala convencional (SSV) e 2) sala com amplas aberturas de janelas e cortinas (SAC).

Para obtenção da SSV, foi usada a sala de maternidade sem nenhuma modificação e sem sistema artificial de resfriamento ou ventilação.

Para a obtenção do SAC, foram feitas modificações nas dimensões e no tipo de abertura lateral. Foram retiradas as janelas tipo basculantes e ampliadas as aberturas laterais para 2,20 m de comprimento por 1,0 m de altura e reduzida a altura do peitoril para 1,0 m. Foi instalado um dispositivo de controle de abertura, com movimento de baixo para cima, e cortinas de polietileno nas laterais da sala. As cortinas foram abertas até a metade, quando a temperatura do ambiente ultrapassou a 18°C, e totalmente, quando a temperatura do ambiente ultrapassou a 21°C.

No interior de quatro gaiolas de parição por tratamento, foram instalados termômetros de globo negro e higrômetros, a 0,40 m do piso, correspondendo à altura média da porca. Os termômetros de globo negro consistiram de esferas de plástico, ocas, com diâmetro de 15 cm e espessura de 0,5 mm, pintadas externamente com duas camadas de tinta preta, fosca, contendo, em seu interior, um termômetro de vidro, com escala externa de leitura graduada de -10 a +110°C e resolução de 1°C. Os termômetros de bulbo seco e bulbo úmido do higrômetro foram de escala de leitura de -10 a +50°C e resolução de 1°C.

Foram coletados, no interior de cada gaiola, dados da velocidade do ar, tendo sido utilizado para tal um anemômetro digital, com resolução de 0,01 m/s.

Para a obtenção de dados representativos do ambiente externo, foram instalados, na área experimental, um abrigo meteorológico com higrômetro, um anemômetro totalizador de leitura em milhas náuticas e um termômetro de globo negro. O anemômetro de canecas e o termômetro de globo negro forneceram, respectivamente,



os dados da velocidade do ar, a 1,50 m de altura do solo, e a temperatura de globo negro, a 0,40 m do piso.

Os dados do ambiente térmico interno e externo foram coletados, no período de 20 de junho a 25 de julho, em intervalos de quatro dias, de três em três horas (horário padrão), durante 24 horas, quando se verificou, também, a temperatura retal das porcas.

Foi determinada a umidade relativa do ar (UR) e foram calculados o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo BUFFINGTON et al. (1977); a carga térmica de radiação (CTR), segundo ESMAY (1969); e o índice bioclimático (IBC), segundo TEXIER et al. (1979), conforme as equações:

$$ITGU = Tgn + 0,36Tpo - 330,08 \quad (1)$$

em que

Tgn = temperatura de globo negro, em K; e

Tpo = temperatura do ponto de orvalho, em K.

$$CTR = \sigma(TRM)^4 \quad (2)$$

em que

CTR = carga térmica de radiação, em  $W \cdot m^{-2}$ ;

$\sigma$  = constante Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} K^{-4}$ );

TRM = temperatura radiante média, em K.

A TRM pode ser obtida segundo a equação:

$$TRM = 100 \cdot \sqrt[4]{2,51x\sqrt{vx}(tgn - tbs) + (tgn / 100)^4}$$

em que

TRM = temperatura radiante média, em k;

V = velocidade do vento, em m/s;

Tgn = temperatura do globo negro ( $^{\circ}C$ ); e

tbs = temperatura de bulbo seco (do ar), em K.

$$IBC = 0,89Tgn + 0,05UR - 1,81V + 0,02P - 0,543TR \quad (3)$$

em que

Tgn = temperatura do globo negro ( $^{\circ}C$ );

UR = umidade relativa do ar (%);

P = peso médio do animal (kg); e

TR = temperatura retal do animal.

## Resultados e Discussão

Os valores médios de ITGU, em função dos tratamentos experimentais sala sem modificações e sem sistema de ventilação forçada (SSV) e sala com amplas aberturas de janelas e sistema de cortina (SAC) e do horário de coleta de dados, são apresentados na Tabela 1.

Foram verificadas diferenças ( $P \leq 0,01$ ), em relação ao ITGU entre tratamentos, entre horários de coleta e na interação tratamento  $\times$  horários de coleta.

Analisando-se a interação tratamento  $\times$  horários de coleta, verificou-se que o tratamento SAC diferiu ( $P \leq 0,05$ ) do tratamento SSV apenas nos horários de

Tabela 1 - Valores médios do índice de temperatura de globo e umidade, em função dos tratamentos e dos horários

Table 1 - Average values of global temperature index and humidity, in function of treatment and schedule

Hora (Hour)	Tratamento (Treatment)	
	SSV	SAC
00:00	70,8b	70,1b
03:00	72,4b	71,7b
06:00	72,4b	71,3b
09:00	72,8b	71,8b
12:00	73,8b	73,8b
15:00	75,1b	73,9b
18:00	74,2b	71,8a
21:00	72,3b	71,2b
24:00	72,0b	70,4a

Médias, na linha, seguidas por letras diferentes são diferentes ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different letters are different ( $P \leq 0,05$ ) by Tukey test.

18 e 24 h, quando foram observados menores valores de ITGU. Constatou-se que foram proporcionados ambientes confortáveis para as porcas lactantes nos dois tipos de instalações testados, tendo como base o ITGU crítico superior igual a 72, de acordo com TURCO (1993). Os valores de ITGU, observados neste experimento, estiveram em torno de 72, com média diária de 72,9 e 71,8 para SSV e SAC, respectivamente.

A partir dos resultados experimentais de ITGU, foram obtidas as equações de regressão para os tratamentos, em função das observações horárias, em que o modelo cúbico foi o que melhor se ajustou (Figura 1). Observou-se que o tratamento SAC apresentou valores de ITGU's, durante as 24 horas, inferiores aos do tratamento SSV. No entanto, constatou-se que, entre 6 e 20 h, os valores de ITGU do tratamento SAC foram superiores a 72, que, segundo TURCO (1993), deve ser considerado o valor do ITGU crítico superior. Portanto, é provável que nestes horários as porcas estivessem sujeitas a ambiente estressante, mesmo no período de inverno.

Os resultados de CTR, em função dos tratamentos usados no inverno e dos horários de coleta de dados, estão apresentados na Tabela 2.

Não foram verificadas diferenças ( $P \geq 0,05$ ), em relação ao CTR, entre tratamentos, e sim entre horários de coleta e na interação tratamento  $\times$  horário de coleta dos dados ( $P \leq 0,01$ ).

Desdobrando-se a interação, verificou-se que os ambientes proporcionados pelos tratamentos SAC e SSV somente diferiram entre si às 18 h, proporcionando nos demais horários ambientes semelhantes para as porcas. Consistentemente, o tratamento SAC proporcionou ambiente com CTR's ligeiramente menor,

constatando-se que, mesmo possuindo janelas amplas com cortinas simples de polietileno, é possível controlar, razoavelmente, a dissipação de calor interno da sala.

A partir dos valores de CTR do ambiente interno das salas e do ambiente externo, foram obtidas as equações de regressão (Figura 2). Observaram-se a eliminação de parte da carga térmica, devido às características construtivas das salas, nos horários de maior incidência solar, e a conservação do calor nos horários de ausência da incidência solar, de modo que foi possível manter o ambiente da sala, com pequena

amplitude de carga térmica, quando comparado com o exterior.

Os valores médios obtidos para IBC, em função dos tratamentos usados no inverno e do horário de coleta de dados, estão apresentados na Tabela 3.

Foram verificadas diferenças ( $P \leq 0,01$ ) com relação ao IBC entre os horários de coleta ( $P \leq 0,05$ ) e na interação tratamentos  $\times$  horários de coleta. Porém, não se verificaram diferenças ( $P \geq 0,05$ ) entre os tratamentos.

O tratamento SAC diferiu ( $P \leq 0,05$ ) do tratamento SSV, somente às 18 h, proporcionando nos demais

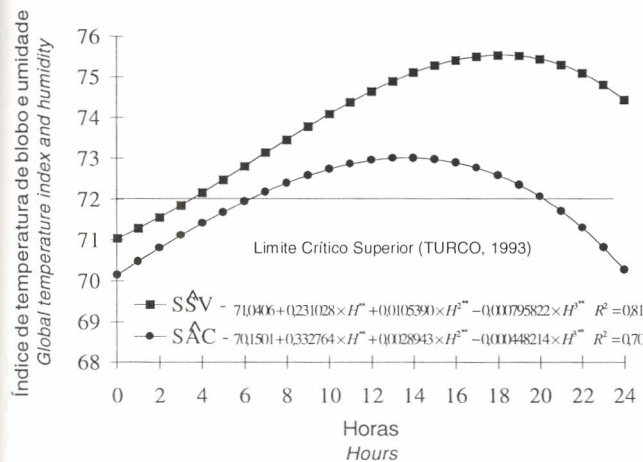


Figura 1 - Estimativa do índice de temperatura de globo e umidade para os tratamentos, em função do horário.

Figure 1 - Estimate of global temperature index and humidity for treatments, in function of schedules.

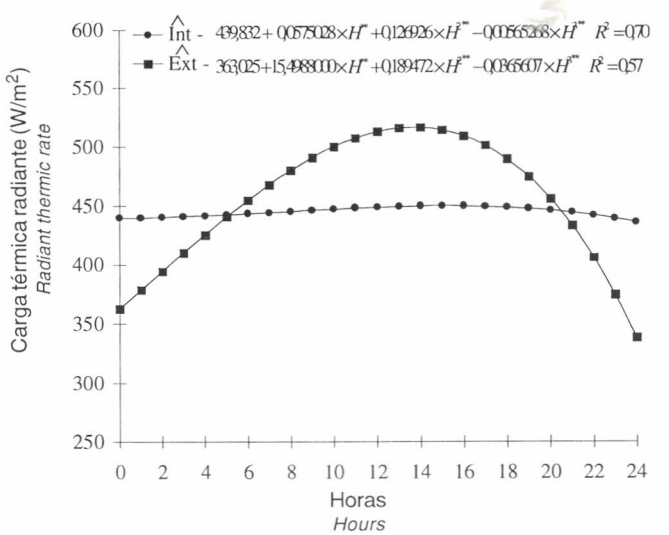


Figura 2 - Estimativa da carga térmica de radiação, para o ambiente externo e interno das salas, em função do horário.

Figure 2 - Estimate of radiant thermic rate, for internal and external environments of rooms, in function of schedule.

Tabela 2 - Valores médios da carga térmica radiante (W/m²), em função dos tratamentos e dos horários  
 Table 2 - Average values of radiant thermic load (W/m²), in function of treatments and schedules

Hora (Hour)	Tratamento (Treatment)	
	SSV	SAC
00:00	441,4b	438,8b
03:00	443,6b	441,0b
06:00	443,2b	438,9b
09:00	445,6b	441,9b
12:00	453,3b	450,6b
15:00	456,4b	453,6b
18:00	452,1b	441,8a
21:00	442,1b	438,3b
24:00	441,5b	436,0b

Médias, na linha, seguidas por letras diferentes são diferentes ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
 Means, within a row, followed by different letters are different ( $P \leq 0,05$ ) by Tukey test.

Tabela 3 - Valores médios do índice bioclimático em função dos tratamentos e dos horários  
 Table 3 - Average values of bioclimatic index, in function of treatments and schedules

Hora (Hour)	Tratamento (Treatment)	
	SSV	SAC
00:00	8,0a	8,1 <sup>a</sup>
03:00	8,3a	8,5 <sup>a</sup>
06:00	8,4a	8,4 <sup>a</sup>
09:00	8,9 <sup>a</sup>	8,7 <sup>a</sup>
12:00	9,5 <sup>a</sup>	10,1 <sup>a</sup>
15:00	10,2 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>
18:00	9,6 <sup>a</sup>	8,4b
21:00	8,3 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>
24:00	8,1 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>

Médias, na linha, seguidas por letras diferentes são diferentes ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.  
 Means, within a row, followed by different letters are different ( $P \leq 0,05$ ) by Tukey test.



horários, da mesma forma que o ITGU, condições térmicas semelhantes.

A partir dos resultados experimentais de IBC, foi obtida a equação de regressão para o ambiente interno das salas em função das observações horárias, tendo sido o modelo cúbico o que melhor se ajustou (Figura 3).

Segundo TEXIER et al. (1979), o IBC crítico superior, para porcas em lactação, está em torno de dois. Analisando-se o gráfico contido na Figura 3, pode-se constatar que, em nenhuma hora do dia, os animais estiveram em condições de conforto dentro das maternidades, mesmo estando em condições térmicas de inverno.

Não se observou relação entre temperatura retal das porcas e o IBC para os dados de inverno, porém, verificou-se relação quadrática da frequência respiratória das porcas com o IBC. É possível que o animal tenha se mantido em homeotermia, a partir da frequência respiratória, enquanto ocorreu o aumento da temperatura ambiente.

De acordo com TURCO (1993), o valor da frequência respiratória de porcas lactantes, mantidas em maternidades em condições de conforto, estaria em torno de 50 movimentos respiratórios por minuto. Se for considerado esse dado, pode-se observar, a partir da Figura 4, que o valor do IBC crítico superior esteve em torno de 9,70. Comparando esse valor de IBC crítico superior com os valores médios do IBC apresentados na Tabela 3, o tratamento SAC apresentou valores maiores apenas no horário das 15 h e o tratamento SSV, das 12 às 15 h, ocorrendo, nesses horários, ambientes menos favoráveis.

Com relação à umidade relativa do ar (UR) no interior das maternidades, não foram observadas dife-

renças ( $P \geq 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 4).

Observou-se que os valores de UR, em todos os horários em ambos os tratamentos, foram iguais ou superiores à faixa de 55 a 75%, considerada ótima para porcas lactantes, segundo VEIT e TROUTT (1982), exceto para o tratamento SAC, nos horários de 12 e 15 h. Deve-se ressaltar que o microclima fornecido aos leitões, com temperatura e umidade relativa adequadas, é de suma importância no controle de doenças.

A partir dos valores de UR obtidos no ambiente interno e no ambiente externo em cada horário, foram obtidas equações de regressão para as UR's dos ambientes (Figura 5).

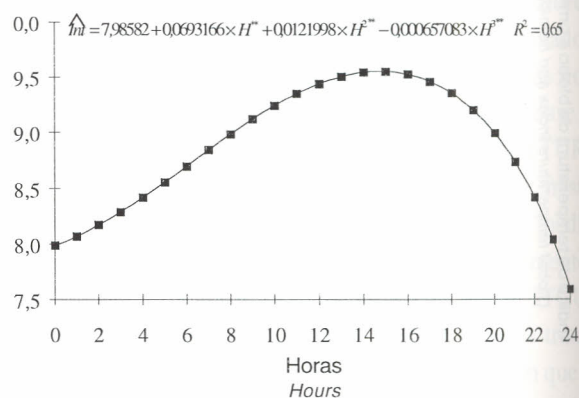


Figura 3 - Estimativa do índice bioclimático do ambiente interno das salas, em função do horário.

Figure 3 - Estimate of bioclimatic index of internal environment of rooms, in function of schedule.

Tabela 4 - Valores médios da umidade relativa por tratamento e horário

Table 4 - Relative humidity average values by treatment and schedule

Hora (Hour)	Tratamento (Treatment)	
	SSV	SAC
00:00	74,3a	76,2a
03:00	77,4a	77,2a
06:00	78,4a	78,7a
09:00	77,7a	76,5a
12:00	75,2a	70,7a
15:00	77,6a	73,6a
18:00	76,7a	74,8a
21:00	80,2a	81,1a
24:00	80,0a	79,3a

Médias, na linha, seguidas por letras diferentes são diferentes ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Means, within a row, followed by different letters are different ( $P \leq 0,05$ ) by Tukey test.

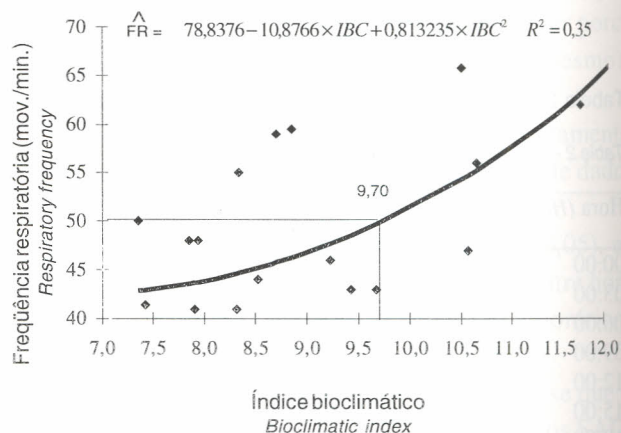


Figura 4 - Representação dos valores médios da frequência respiratória, em relação ao IBC.

Figure 4 - Representation of average respiratory frequency values related to IBC.

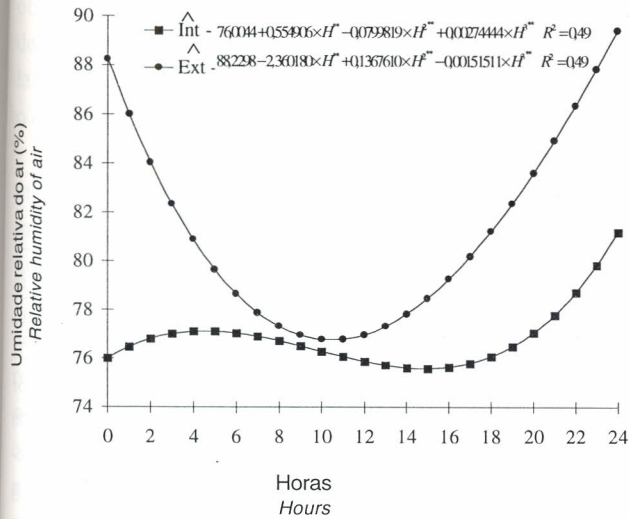


Figura 5 - Estimativa da umidade relativa para o ambiente externo e interno das salas em função do horário.  
 Figure 5 - Estimate of relative humidity, for internal and external environments of rooms, in function of schedule.

### Conclusões

A modificação construtiva proposta para instalação, aberturas laterais amplas e cortinas e as maternidades convencionais proporcionou ambientes adequados para porcas lactantes no inverno.

### Referências Bibliográficas

- BUFFINGTON, C.S., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G.H. et al. Black Globe humidity confort index for dairy cows. St. Joseph, Michigan, *American Society Agrícola Engeneer*, 1977. 19p. (paper 77-4517).
- DIVIDICH, J.L., NOBLET, J. Prise de colostum, thermoregulation et production de chalem chez le precelet nouvea-né en relation avec le milieu thermique. *J. Rech. Porc. France*, p. 11-16, 1981.
- ESMAY, M.L. *Principles of animal environment*. Westport: CT. *Avi. Publishing*. 1969. 325p.
- SOBESTIANSKY, J., WENTZ, I., SILVEIRA, P.R. et al. *Manejo em suinocultura aspectos sanitários, reprodutivos e de meio ambiente*. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPASA, 1987. 187p. (EMBRAPA-CNPASA Circular Técnico, 7).
- TEXIER, C., FARGG, B., GRANIER, R. Influence des variations des principaux facteurs de l'ambiance en porcherie d'engraissement. *J.Rech.Porc.France*, p. 153-164, 1979.
- TURCO, S.H.N. *Modificações das condições ambientais de verão em maternidades de suínos*. Viçosa, MG: UFV, 1993. 59p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- VEIT, H.P., TROUTT, H.F. Monitoring air quality for livestock respiratory health. *Vet. Med. Small Anim. Clinic.*, v.77, p.454-464, 1982.

Recebido em: 12/08/97

Aceito em: 06/05/98