

SAZONALIDADE DA AMBIÊNCIA TÉRMICA, AÉREA E ACÚSTICA EM CRECHE E TERMINAÇÃO DE SUÍNOS.

SEASONAL OF THERMAL, AERIAL AND ACOUSTIC ENVIRONMENT IN SWINE NURSERY AND FINISHING HOUSING.

BARACHO, M.S.¹

TOLON, Y. B.²

NÄÄS, I. A.³

ROJAS, M⁴

RESUMO

A tipologia do alojamento de suínos é dependente do clima externo regional e local, enquanto a variação devido às estações do ano interfere no estresse térmico sofrido pelos animais. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do horário do dia, bem como das estações do ano, no ambiente interno de alojamento de suínos em creche e terminação, em clima subtropical. O experimento foi conduzido em uma granja comercial de produção e foram registrados dados de temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativo do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), concentração de amônia e níveis de ruídos, no centro geométrico do local a uma altura de 1,5 m do piso, em seis horários diferentes, por dois anos consecutivos. Os resultados mostraram que as variáveis ambientais estudadas (TBS e TGN) foram influenciadas pela estação do ano e pelo horário do dia. As concentrações de amônia obtidas oscilaram durante o dia, sendo que os maiores valores foram encontrados no período da tarde. Os níveis de ruído na instalação de creche não foram influenciados pela estação do ano, entretanto, foram influenciados pelo horário do dia.

Palavras-chaves: Conforto Térmico, Produtividade, Suinocultura.

¹ Bióloga, Pesquisadora Colaboradora, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas., Campinas-SP. (19) 3521-1129, martbaracho@yahoo.com.br

² Zootecnista, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas-SP.

³ Eng^a Civil, Professora Titular Colaboradora, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas

⁴ Aluno do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas-SP.

⁴ Estudante de Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas., Campinas- SP

ABSTRACT

Swine rearing is dependent of the regional and local climate, while the variation due to the year seasons interferes in the thermal stress suffered by the animals. This research aimed to evaluate the influence of the time of the day as well as the seasons of the year in the inside environment of swine nursery and finishing housing under subtropical conditions. The experiment was conducted in a commercial swine farm, and data on dry bulb temperature (DBT), air relative humidity (RH), black globe thermometer (BGT), ammonia concentration and level of noise were recorded in the room geometrical center at a height of 1.5 m above the floor in six distinct times. Results showed that the environmental variables (DBT and BGT) were influenced by the season of the year and by the time of the day. Ammonia concentrations obtained varied along the day, presenting the highest values during the afternoon. Noise levels in the nursery were not related to the season of the year; however, the time of the day influenced the noise level.

Keywords: Thermal Comfort, Productivity, Swine Production.

INTRODUÇÃO

Nos últimos três anos, as exportações brasileiras de carne suína cresceram cerca de 20%, acompanhando a expansão da produção suinícola, atingindo 600 mil ton de equivalente em carcaça em 2007 (ABIPECS, 2007). As instalações para suínos no país são dependentes do clima externo regional e local e a variação devida às estações do ano, reflete no estresse térmico sofrido pelos animais (SOUSA & NÄÄS, 2005).

O efeito do estresse térmico agudo em suínos tem sido estudado internacionalmente com maior intensidade a partir dos anos 90 (VON BORELL, 1995; NIENABER et al., 1987; BECKER et al., 1997; LE NIENDRE et al., 2004; HUYNH et al., 2007). Entretanto, ainda é limitado o conhecimento do efeito do estresse crônico, em consequência de alojamento que, sem isolamento térmico, apresenta variações expressivas do ambiente térmico advindas da oscilação da temperatura ambiente durante o dia, assim como entre as estações do ano (COSTA et al., 2007). A literatura corrente apresenta soluções de climatização para alojamento de suínos, em vários estágios de produção e reprodução (PANAGAKIS & AXAOPOULOS, 2008; PANDORFI et al., 2008; ROMANINI et al., 2008), sem todavia avaliar o impacto da sua eficiência, em função da época do ano.

São discretas as variações cíclicas sazonais em climas tropicais e subtropicais, entretanto, autores sugerem que, em produção intensiva de suínos, um pequeno acréscimo na temperatura ambiente, umidade relativa ou luminosidade no interior das instalações incide em variação significativa nas respostas reprodutivas dos animais (PELTONIEMI et al., 1999; HEMSWORTH & TILBOOK, 2007; TUMMARUK et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do horário do dia, bem como as estações do ano, no ambiente interno de alojamento de suínos em creche e terminação, em condição subtropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja comercial de produção de suínos, com plantel médio de 930 matrizes de genética própria, formada por (fêmea Landrace x Large White e macho Pic), localizada em 23°12' de latitude sul e 47°17' de longitude oeste, com altitude média de 521m. O clima predominante da região, de acordo com a classificação de Köppen era Cwa, caracterizado como clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente. O registro de dados deu-se nas instalações de creche e

terminação.

A instalação de creche tinha orientação leste-oeste, sendo construída com paredes de alvenaria, pilares de concreto armado, pé-direito no beiral de 2,30 m e telhado de estrutura de aço, com duas águas, lanternim (1,90 m de abertura horizontal) e inclinação de 12,8%. A cobertura era de telhas de fibrocimento e o beiral de 0,85 m. O entorno da instalação era formado por grama. A edificação era formada por quatro salas separadas por paredes de ½ tijolo. Em cada sala havia duas baias separadas por parede (½ tijolo) na altura de 1,0 m, e cada baia, alojando 50 leitões em média, possuía uma área de piso cimentado de 86,53 m² (6,90 m x 12,54 m) e corredor de 1,00 m de largura no lado exterior, para os serviços de rotina. Os fechamentos laterais eram de alvenaria (½ tijolo) na altura de 1,00 m, com cortina de ráfia trançada da cor azul, para controle de entrada de ar pela lateral da instalação. As baias continham um rebaixo de 0,50 m de largura por 0,10 m de profundidade junto à parede divisória para escoamento da água dos bebedouros e descarga dos dejetos. O comedouro principal ficava no piso ao longo da parede divisória com o meio exterior e havia mais quatro comedouros de alvenaria, de 1,10 m de largura e 1,85 m de comprimento, para depósito de ração. A água era fornecida aos animais por bebedouros do tipo chupeta (oito em cada baia), mais um bebedouro tipo cocho com água corrente, situado junto à parede divisória das baias. A limpeza das baias era realizada diariamente pela manhã, com a raspagem do piso. A lavagem completa do piso somente era realizada na entrada de um novo lote de animais, com o material (água, fezes, urina, ração, etc.) conduzido para lagoa de estabilização. O controle sanitário durante o intervalo (sistema *all in all out*) foi realizado na entrada de novo lote de animais, consistindo de desinfecção química usualmente utilizada neste manejo e houve desocupação das baias por um período aproximado de uma semana.

A instalação de terminação tinha orientação leste-oeste, sendo construída em estrutura metálica, com pé direito no beiral de 3,20 m e telhado de duas águas na inclinação cimentado de 24,20 m² (4,40 m x 5,50 m),

de 30%, com cobertura de telhas de fibrocimento e beiral de 0,25 m. O entorno da instalação era formado por grama. A edificação tinha 112,50 m de comprimento e 12,50 m de largura e era formada por quarenta e nove baias separadas por corredor central de 1,00 m de largura. Cada baia possuía uma área de piso alojando 20 suínos em média, eram separadas por paredes (½ tijolo) na altura de 1,10 m. Tinham comedouro de alvenaria no nível do piso, localizado junto à parede do corredor central e um comedouro de alvenaria para depósito de ração localizado nos cantos das baias, e cortina de ráfia trançada na cor azul colocadas nas paredes externas, para controle da entrada do ar pela lateral. No fundo das baias localizavam-se dois bebedouros tipo chupeta.

Foram coletadas as seguintes variáveis ambientais, dentro das instalações de creche e terminação: temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN), concentração de gás amônia e nível de ruído. Para o registro de TBS, UR e TGN foi utilizado o monitor de estresse térmico da marca Questemp® e, para o gás amônia, foi utilizado o equipamento bomba de sucção e tubos graduados da marca Dräger®. O nível de pressão sonora foi registrado por um decibelímetro Quest®, com capacidade de integrador/armazenador de dados de medidor de pressão sonora, que permite realizar análises de escalas de ponderação e linear, com alternativas de intercâmbio. Os dados foram todos coletados no centro geométrico do local, em uma altura de 1,5m do piso, em seis horários diferentes, nos intervalos de 07h:00min-08h:00min, 08h:00min-09h:30min, 09h:30min-10h:30min, 11h:30min-12h:30min, 14h:30min-15h:30min e 16h:30min-17h:00min, durante dois anos consecutivos.

Para cada local de coleta, foi estabelecida uma análise comparativa entre os diferentes horários e estações do ano, de maneira independente, com o propósito de verificar se os fatores (estação do ano e horários) provocavam efeitos significativos nas variáveis ambientais. Para os cálculos do teste F, com significância de 95%, usado para análise de variância, foi utilizado o software Minitab® Release 14.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Creche

Os resultados da análise de variância do parâmetro temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa (UR) mostram que, o horário e a estação do ano (inverno ou verão) tiveram influência significativa (P-valor < 0,05) sobre a TBS registrada na creche (Tabela 1).

Os maiores valores de TBS foram encon-

trados no verão, no horário das 14h:30min às 15h:30min, quando há maior incidência de radiação solar e aquece o ambiente (27° C). Observou-se também que, os valores de temperatura encontrados foram superiores aos da temperatura de conforto, recomendados por BENEDI (1986), HAHN et al. (1987) e LEAL & NÄÄS (1992).

TABELA 1. Análise de variância da temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ambiente de creche.

Fontes de variação	Graus de liberdade		Soma de Quadrados		Quadrados médios		F-valor		P-valor	
	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR
Estação	1	1	532,6	2821,3	532,68	2821,3	266,43	22,2	0,0	0,0
Horário	5	5	265,8	4929,0	53,17	985,8	26,59	44,5	0,0	0,0
Erro	65	65	129,9	1439,8	2,00	22,2				
Total	71	71	928,4	9190,0						

($\alpha=0,05$)

Os resultados da análise de variância do parâmetro UR, indicam que a estação do ano e os horários do dia possuem influência significativa sobre a umidade relativa do ar (P-valor < 0,05). Os valores de UR são diferentes no verão e no inverno, assim como nos diferentes horários. Foram encontrados no inverno, valores mínimos de 50,5% e máximos de 83% e, no verão, entre 36% e 63,75%. O efeito da UR influencia o estado sanitário do rebanho e, valores entre 50 - 75%, além de influenciarem negativamente a condição ambiental sob calor, podem gerar condições ideais para o desenvolvimento de agentes patogênicos (VEIT & TROUT, 1982). Dentre estes patógenos, encontram-se fungos dos gêneros *Fusarium* e *Aspergillus*, que produzem metabólitos tóxicos (micotoxinas) em substratos para formulação da ração e estão entre os principais produtores de micotoxinas, quando submetidos a altos

valores de UR do ar (SABINO & AMAYA, 1993). As aflatoxinas podem exercer efeito negativo no desenvolvimento da imunidade em animais vacinados que ingerem com frequência ração eventualmente contaminadas, entre elas com a aflatoxina B1, que é a mais abundante e tóxica nas contaminações naturais (OSWEILER, 1993). Problemas dessa natureza no campo têm sido reportados em praticamente todos os países que praticam suinocultura intensiva (FIORENTIN et al., 1985; OSWEILLER, 1993).

TABELA 2. Análise de variância para o parâmetro temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) na creche.

Fontes de variação	Graus de liberdade		Soma de Quadrados		Quadrados médios		F-valor		P-valor	
	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU
Estação	1	1	552,6	745,4	552,6	745,4	258,3	695,7	0,0	0,0
Horário	5	5	288,6	101,6	57,6	20,3	26,9	18,9	0,0	0,0
Erro	65	65	139,0	69,6	2,1	1,0				
Total	71	71	979,8	916,7						

($\alpha=0,05$)

Os resultados da análise de variância do ITGU mostraram que o horário e a estação do ano têm influência significativa (P-valor < 0,05) sobre o ITGU (Tabela 2), enquanto os valores mais altos de ITGU ocorreram na estação verão e no horário de maior radiação solar, concordando com TINÔCO (1987), que cita que os valores mínimos de ITGU ocorrem durante o período da manhã, e os máximos, entre o meio-dia e as 14h:00min. Segundo COELHO et al. (2001), a temperatura de globo negro é um valor influenciado pelas temperaturas radiantes das superfícies visualizadas pelo termômetro de globo, pela temperatura de ar

circundante e pela velocidade do ar na posição da medida, reportando portanto, as condições térmicas que incidem no animal alojado, estimando assim, o conforto térmico dos animais, conforme proposto por BUFFINGTON et al. (1981).

O resultado da análise de variância do gás amônia, com relação às variáveis, horários e estação do ano, foi significativo (P-valor = 0,05), mostrando que as médias de concentração de amônia são diferentes nas distintas estações e nos distintos horários do dia (Tabela 3).

TABELA 3. Análise de variância para o parâmetro concentração de amônia na creche.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F-valor	P-valor
Estação	1	1152,00	1152,00	25,43	0,0
Horário	5	2773,58	554,72	12,25	0,0
Erro	65	2944,29	45,30		
Total	71	6869,88			

($\alpha=0,05$)

A concentração de amônia, na instalação de creche, teve oscilação durante o dia (5 a 20 ppm), resultado este que coincide com o encontrado por CHANG et al. (2001). Foi

encontrada também uma maior concentração deste gás no período da tarde, sendo resultado do acúmulo de dejetos e, por conseqüência, maior atividade dos microorganismos. Por outro

lado, os maiores valores foram obtidos no período do inverno, fato que pode ser atribuído ao tipo de manejo utilizado neste período que é o de tentar manter o ambiente mais fechado, limitando a perda de calor. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por KRISTENSEN & WHATHES (2001) e SCHMIDT et al. (2002). Os valores obtidos no inverno (21 e 22 ppm) foram superiores aos recomendados pela norma e podem prejudicar a produção (HELLICKSON & WALKER 1983). Segundo IVERSEN & TAKAI (1980), a exposição a agentes ambientais do ar pode desencadear o aparecimento de doenças alérgicas e respiratórias com efeitos tóxicos diretos como: convulsão (STOMBAUGH et al., 1969), problemas na respiração devido à ocorrência

de atrofia de cornetos em leitões (ROBERTSON et al., 1990), paralisação parcial das atividades dos cílios, deixando de eliminar agentes que podem causar enfermidades do sistema respiratório (LOTT, 2003) e redução do desempenho (BARKER et al. (2002).

Tratou-se o ruído como uma variável resposta ao desconforto termo-aéreo dos leitões, tanto na creche como na terminação. Os resultados da análise de variância, para o parâmetro nível de ruído na creche, indicam que a estação do ano não altera os níveis de ruídos (5% < P-valor < 10%). No caso do horário do dia, os resultados indicam que existem diferenças significativas entre médias de níveis de ruído nos diferentes horários estudados (Tabela 4).

TABELA 4. Análise de variância para o parâmetro níveis de ruído na creche.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F-valor	P-valor
Estação	1	13,01	13,00	3,45	0,07
Horário	5	358,37	71,67	19,00	0,00
Erro	65	245,19	3,77		
Total	71	616,58			

($\alpha = 0,05$)

Os níveis de ruído, nas instalações de creche, oscilaram durante o dia e o maior nível foi encontrado no horário de maior temperatura. Mesmo assim, os níveis de ruído se mantiveram dentro dos limites recomendados pela norma NR15 (1978). O nível de ruído oscilou significativamente durante o dia, havendo um aumento no período da tarde e, conforme cita SAMPAIO (2005), isto pode ser um indicador de "insatisfação" dos animais. Em estudos citados por BARBOSA (1998), as variações de ruídos foi resultado de vocalização pelos próprios animais, por disputas ou pela movimentação dos funcionários dentro da granja. Segundo WEARY et al. (1999), leitões recém separados da matriz vocalizaram mais intensamente em alta frequência (superior a 500 Hz), apresentando maior número de "chamadas". Os autores constataram que, o estresse produzido pela separa-

ção e frustração da motivação de mamar, é problema comportamental importante, quando os leitões são desmamados com menos de quatro semanas. Vários autores (KILEY, 1972; FRASER, 1974; KLINGHOLZ & MEYNHARDT, 1979; ALGERS, 1984; SCHRADER & TODT, 1998) sugerem que a vocalização dos suínos é altamente co-relacionada com seus estados de excitação, medo ou fome, portanto, os altos valores de ruídos coincidentes com as temperaturas altas podem indicar intolerância às temperaturas acima daquelas de conforto desses animais.

Terminação

Os resultados da análise de variância (Tabela 5) indicam que existem diferenças significativas entre as médias de TBS e UR nas

diferentes estações do ano e nos horários estudados (P-valor = 0,05), sendo que o maior valor de TBS (25,65°C) foi encontrado no período de 14h:30min às 15h:30min, no verão.

TABELA 5. Análise de variância da temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa (UR) do ambiente de terminação.

Fontes de variação	Graus de liberdade		Soma de Quadrados		Quadrados médios		F-valor		P-valor	
	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR	TBS	UR
Estação	1	1	207,6	42,9	207,6	42,0	85,3	0,3	0,0	0,5
Horário	5	5	586,4	1087,2	117,2	2017,4	48,2	17,5	0,0	0,0
Erro	65	65	158,1	7489,4	2,4	115,2				
Total	71	71	952,2	7619,5						

($\alpha=0,05$)

A variação de UR não foi significativa, em função do parâmetro estação do ano. Já o parâmetro horário foi significativo (P-valor = 0,05), mostrando que as médias de UR são diferentes nos distintos horários estudados e podem comprometer a produção animal, já que a relação temperatura e umidade é fator condicionante para um bom funcionamento fisiológico. Em ambientes onde a umidade e temperatura são elevadas, os suínos têm dificuldade de dissipar calor, por terem restringidas as perdas evaporativas, o que contribui para diminuir o comportamento ingestivo e prejudicar a produção. Segundo NIENABER et al.(1987), o ambiente ideal para suínos requer temperatura amena, com umidade relativa entre 60 e 70%, sendo que a sua elevação de 45 para 90% (com temperatura ambiente acima de 21 °C) pode ser responsável pela redução em até 8% das perdas de calor latente e acarreta redução na produtividade, com conseqüentes prejuízos econômicos (HANNAS, 1999), seja na redução no desempenho produtivo, como na qualidade de carcaça de suínos (MCLEAN, 1969; MONGOLD et al.,1967; MOUNT, 1975 e PHILLIPS et al.,1992).

Os resultados da análise de variância da TGN, com relação às variáveis horário e estação do ano (Tabela 6), foram significativos (P-valor = 0,05), indicando que as médias de TGN são diferentes nas diferentes estações e horários do dia. A TGN na terminação de suínos apresentou grande variação durante o dia. O valor mais elevado (28,5 °C) foi registrado no período de 14h:30min a 12h:30min, no verão, no período da tarde. A análise de variância feita para o parâmetro ITGU na terminação de suínos (Tabela 6), mostra que a estação do ano e os horários estudados possuem influência significativa sobre o ITGU (P-valor < 0,05).

TABELA 6. Análise de variância para o parâmetro temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) na terminação.

Fontes de variação	Graus de liberdade		Soma de Quadrados		Quadrados médios		F-valor		P-valor	
	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU	TGN	ITGU
Estação	1	1	368,74	164,4	368,74	164,4	78,3	68,6	0,0	0,0
Horário	5	5	475,91	215,5	95,18	43,1	20,2	17,9	0,0	0,0
Erro	65	65	305,75	155,9	4,70	2,3				
Total	71	71	1150,40	535,8						

($\alpha = 0,05$)

A resposta produtiva dos suínos pode ser afetada pela concentração de amônia no alojamento (VERSTEGEN et al., 1994; WATHES et al., 2001). Os resultados da análise de variância dessa variável (Tabela 7) mostraram que horário e estação do ano influenciam (P -valor $< 0,05$) nos resultados de concentração de amônia dentro do alojamento, na fase de terminação de suínos. A concentra-

ção do gás amônia teve uma oscilação significativa durante o dia, resultado semelhante também encontrado por CHANG et al. (2001), havendo um incremento no período da tarde, coincidindo com as condições de altas temperaturas ambientes, o acúmulo de dejetos e a maior atividade de microorganismos. Estes resultados não foram superiores aos limites recomendados pelo CIGR (1994).

TABELA 7. Análise de variância do parâmetro amônia na terminação de suínos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F-valor	P-valor
Estação	1	803,3	803,3	14,8	0,07
Horário	5	3578,5	715,7	13,5	0,00
Erro	65	3509,8	54,0		
Total	71	7891,7			

($\alpha = 0,05$)

Os resultados da análise de variância, do parâmetro nível de ruído, na terminação de suínos (Tabela 8), indicam que os horários estudados e a estação do ano (inverno ou verão) possuem influência significativa sobre os níveis de ruído (P -valor $< 0,05$). Os níveis de ruído durante o dia mostraram uma oscilação elevada, sendo que na manhã encontravam-se os níveis mais altos que, provavelmente, estão relacio-

nados com o manejo de alimentação (NADER et al., 2002). Esses resultados podem também expressar a comunicação entre os suínos (KILEY, 1972) em situações estressantes como, por exemplo, fome e dor, quando esses animais apresentam vocalizações de alta frequência (FRASER, 1974; GUSTAFSSON, 1997), o que é uma evidência de disputa por alimento.

TABELA 8. Análise de variância do parâmetro níveis de ruído na terminação de suínos.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados médios	F-valor	P-valor
Estação	1	118,5	118,5	20,2	0,0
Horário	5	403,9	80,8	13,7	0,0
Erro	65	381,4	5,8		
Total	71	903,9			

$\alpha = 0,05$

CONCLUSÕES

A temperatura de bulbo seco e a temperatura de globo, na instalação de creche e na terminação, foram influenciadas pela estação do ano e o período do dia, enquanto a umidade relativa do ar, na terminação, não foi influenciada pela estação do ano.

As concentrações de amônia obtidas oscilaram durante o dia, sendo que as maiores concentrações desse gás foram encontradas no período da tarde e durante o inverno.

Os níveis de ruído na instalação de creche não foram influenciados pela estação do ano, já o horário influenciou os níveis de ruído, e estes oscilaram durante o dia; entretanto, os níveis encontrados se mantiveram dentro dos limites recomendados pela norma vigente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. Carne Suína Brasileira em 2007. <http://www.abipecs.org.br/>. 30 Jul 2008.

ALGERS, B.; JENSEN, P. Communication during suckling in the domestic pig effects of continuous noise. **Applied Animal Behaviour Science**, London, v.14, n.1, p.49-61, 1985.

BARBOSA, N. C. Poluição sonora. Goiânia: FEMAGO, 1998. 16p.

BARKER, J.; CURTIS, S.; HOGSETT, O.; HUMENIK, F. Safety in swine production systems. Waste Quality e Waste Management. Raleigh: North Carolina Cooperative Extension Service, 2002. 6p.

BECKER, B. A., KLIR, J. J.; MATTERI, R. L.; SPIERS, D. E.; ELLERSIEK, M.; MISFELDT, M. L. Endocrine and thermoregulatory responses to acute thermal exposures in 6-month-old pigs reared in different neonatal environments. **Journal of Thermal Biology**, Durham, v. 22, n. 2, p. 87-93, 1997.

BENEDI, J. M. H. El ambiente de los alojamientos Ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Servicio de Extensión Agrária, Madrid: Hojas Divulgadoras, 1986, n.6/86, 28p.

BUFFINGTON, D. E. COLLAZO AROCHO, A., CANTON, G. H. PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n.3, p. 711-14, 1981.

CHANG, C. W.; CHUNG, H.; HUANG, C. F.; SU, H. J. J. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. **Annals of Occupational Hygiene**, New York, v.45, n.6,p.457-65, 2001.

- COELHO, E.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F. Avaliação de condições ambientais em sistemas de confinamento intensivo para produção de leite. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 3, 2001, São Pedro. Anais... Cd-Rom.
- COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL – CIGR. Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings. Dublin: CIGR, 1994. 116p.
- COSTA, O. A.; DALLA, L.; FAUCITANO, A.; COLDEBELLA, J. V.; LUDKE, J. V.; PELOSO, D.; DALLA ROZA, M. J. R.; PARANHOS DA COSTA, M. Effects of the season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. **Livestock Science**, Foulum, v. 107, n.1, p. 29-36, 2007.
- FRASER, D. The vocalization and other behavior of growing pigs in an "open field" test. **Applied Animal Ethology**, Vancouver, v.1, n.2, p.13–16, 1974.
- FIORENTIN, L.; FIALHO, E. T.; FREITAS, A. R. Prevalência de aflatoxinas em milho utilizado na formulação de rações para suínos, no estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 2, 1985, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABRAVES, 1985, p. 147-148.
- GUSTAFSSON, B. The health and safety of workers in a confined animal system. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.49, n.2 , p.191-202, 1997.
- HAHN, G.L.; NIENABER, J.A.; DESHAZER, J.A. Air temperature influences on swine performance and behavior. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.3, n.2, p.295-302, 1987.
- HANNAS, M. I. Aspectos Fisiológicos e a Produção de Suínos em Clima Quente. In: DA SILVA, I. J. O. *Ambiência e Qualidade na Produção Industrial de Suínos*. Piracicaba: FEALQ, 1999. 247p.
- HEMSWORTH, P. H., TILBROOK, A. J. Sexual behavior of male pigs. **Hormones and Behavior**, New York , v. 52, n. 1, p. 39-44, 2007.
- HELLICKSON, M. A.; WALKER, J. N. Ventilation of agricultural structures. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers (ASAE), Bulletin** n.6, 1983.
- HUYNH, T. T. T., A.J.A. AARNINK, M.J.W. HEETKAMP, M.W.A. VERSTEGEN, B. KEMP . Evaporative heat loss from group-housed growing pigs at high ambient temperatures. **Journal of Thermal Biology**, Durham, v. 32, n. 5, p.293-299, 2007.
- IVERSEN, M., TAKAI, M. Lung function studies in farmers during work in swine confinement units. *Zentralblatt Fur Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz Prophylaxe und Ergonomie*, Postdam, v.40, n.3, p.236-242, 1980
- KILEY, M. The vocalizations of ungulates, their causation and function. *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, Berlin, v.31, n.2, p.171–222, 1972.
- KLINGHOLZ, F, MEYNHARDT, H. Lautinventare Der S.Augetiere — diskret oder kontinuierlich. **Zeitschrift fur Tierpsychologie**, Berlin, v. 50, n.1, p. 250–264, 1979.
- KRISTENSEN, K.H.; WATHES, C.M. Amônia e bem-estar das aves: uma síntese. **Clipping Merial de Avicultura**, v.2, n.6, p.27-32, 2001.
- LEAL, P. M.; NÃÃS I. A. *Ambiência animal*. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (eds.). *Introdução à engenharia agrícola*. Campinas, SP: Unicamp. 1992. p.121-135.
- LOTT, B. El amoníaco puede causar pérdidas importantes. *Indústria Avícola*, Ames, v.50, n.10, p.8-10, 2003.
- MCLEAN, J.A. The environmental needs of farm animals and their output. **The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health**, Hannah, v.37, n. 2, p.324-329, 1969.
- MONGOLD, D. W.; HAZEN, T. E.; HAYS, V. W. Effect of air temperature on performance of growing-finishing swine. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 10, n.3, p. 370-375, 1967.

- MOUNT, J. The assessment of thermal environment in relation to pig production. **Livestock Production Science**, Ames, v.2, n.4, p.381-392, 1975.
- NADER, A.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; SAMPAIO, C. A. P. Avaliação dos níveis de ruídos e da qualidade do ar (com relação a presença de gases e fungos) em creche de suínos. In: SEMINÁRIO DE POLUENTES AÉREOS E RUÍDOS EM INSTALAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ANIMAIS, 1, 2002, Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, 2002. p. 49 – 56.
- NIENABER, J.A.; HAHN, L.G.; YEN, J.T. Thermal environment effects on growing-finishing swine. Part I - Growth, feed intake and heat production. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.30, n.6, p.1772-5, 1987.
- NORMA REGULAMENTADORA. NR-15: Atividades e Operações Insalubres. <http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr15>. 05 Jan 2007.
- OSWEILEER, G.D. MICOTOXINS. In: Leman, A.D., Straw, B.E.; Mengeling, W.L., D’Allaire, S.; Taylor (eds). *Diseases of Swine*. 7ed. Ames: The Iowa State University Press, 1993. Cap. 4, p.735-743p.
- PANNAGAKIS, P. AXAPOULOS, P. Comparing fogging strategies for pig rearing using simulations to determine apparent heat-stress indices. **Biosystems Engineering**, Silsoe, v.99, n.1, p. 112-118, 2008.
- PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O. DA; PIEDADE, S. M. S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 3, 2008.
- PELTONIEMI, O.A.T.; LOVE, R.J.; HEINOMEN, M.; TUOVINEN, V.; SALONIEMI, H. Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. **Animal Reproduction Science**, Columbus, v.55, p.47-61, 1999.
- PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. *Farm Animals and the Environment*. Cambridge: Cambridge University, 1992, 430p.
- ROBERTSON, J.F.; WILSON, D.; SMITH, W.J. Atrophic rhinitis: the influence of the aerial environment. **Animal Production**, Park Ridge, v.50, p.173-182, 1990.
- ROMANINI, C. E.; TOLON, Y. B.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J. Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p.335-339, 2008 .
- SABINO, M.; AMAYA, D.B.R. Mycotoxin Research in Brazil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.45, n.6, p. 359-371, 1993.
- SAMPAIO, C. A. P.; NÄÄS, I. A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicação das normas NR- 15, CIGR e ACGIH. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.10-18, 2005
- SCHRADER L; TODT D. Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in domestic pigs. **Ethology**, Basel, v.104, n. 3, p. 859–876, 1998.
- SCHMIDT, D. R.; JACOBSON, L. D.; JANNI, K. A. Continuous monitoring of ammonia hydrogen sulfide and dust emissions from swine, dairy and poultry barns. ASAE Paper number 024060, Chicago, Illinois, U.S., 2002, 14p.
- SOUSA, P.; NÄÄS, I. A. Uso de acondicionamento ambiental para matrizes suínas em gestação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 216-221, 2005.
- STOMBAUGH, D.P.; TEAGUE, H.S.; ROLLER, W.L. Effects of atmospheric ammonia on the pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, p.844-847, 1969.
- TINÔCO, I. F. F. Resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte. Viçosa: UFV, 1987. 92p. Dissertação Mestrado.
- TUMMARUK, P., TANTASUPARUK, W.; TECHAKUMPHU, M.; KUNAVONGKRIT, A. Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace×Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on subsequent reproductive performance. **Animal Reproduction Science**, Columbus, v.99, n. 1-2, p. 167-181, 2007.

VEIT, H.P.; TROUTT, H.F. Monitoring air quality for livestock respiratory health. **Veterinary Medicine and Small Animal Clinician**, Leeds, v.77, p.454-464, 1982.

VERSTEGEN, M. W. A.; TAMMINGA, S.; GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on animals. In: DEWI, I.A.; AKFORD, R.F.E.; MURAI, I.F.M.; OMED, H. (eds.). *Pollution in Livestock Production Systems*. Amsterdam: CAB International, p.71-79. 1994.

VON BORELL, E. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouver, v.44, n. p. 219-227, 1995.

WATHES, C. M.; JONES, J. B.; KRISTENSEN, H. H.; JONES, E. K. M.; WEBSTER, A. J. F. Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.45, n.5, p.1605-1610, 2001.

WEARY, D. M.; APPLEBY, M. C.; FRASER, D. Responses of piglets to early separation from the sow. **Applied Animal Behaviour Science**, Vancouver, v.63, n.4, p. 289-300, 1999.