



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM
INSTALAÇÕES SUINÍCOLAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

DANIELE AMANCIO
Zootecnista

CAMPINA GRANDE, PB
FEVEREIRO, 2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM
INSTALAÇÕES SUINÍCOLAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Construções Rurais e Ambiência

Orientadores: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado
Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento

CAMPINA GRANDE, PB
FEVEREIRO, 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A484a

2008 Amancio, Daniele.

Avaliação de condições ambientais em instalações suínolas no semiárido paraibano / Daniele Amancio. — Campina Grande, 2008. 68 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Referências.

Orientadores: Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado e Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento.

1. Qualidade do Ar. 2. Ruídos. 3. Suíno. I. Título.

CDU – 661.92(043)





UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

DANIELE AMANCIO

AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES AMBIENTAIS EM INSTALAÇÕES
SUINÍCOLAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dermeval Araújo Furtado

APROVADO

Dr. Dermeval Araújo Furtado - Orientador

José Wallace Barbosa do Nascimento

APROVADO

Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento - Orientador

Edilson Paes Saraiva

APROVADO

Dr. Edilson Paes Saraiva - Examinador

Josivanda Palmeira Gomes
Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO -2008

Av. Aprígio Veloso, 882- Bodocongó
58429-140-CAMPINA GRANDE - PB
Fone: (83) 3310-1055. Fax: (83)3310-1185
<http://www.deag.ufgc.edu.br/copeag>

A minha família,

Francisco Amâncio (in memóriam), Neuza Maria de Farias,

Por toda a sua dedicação, amor e apoio;

A meus

Irmãos: Célia, Fábio, Francicleide e Fernando.

A meus Cunhados e Cunhadas:

Flávia, Néia, Wellington, Marcos

A Sobrinhos:

Fábio Filho, Flávio, Maria Alice, Mateus e Tiago,

Ofereço

*A meu esposo, Ivaldo Marques de Melo Filho, pelo
companheirismo, paciência, amor e orientação.*

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua infinita bondade, amor e misericórdia; por me ter carregado nos braços nos momentos mais difíceis da minha vida não me permitindo vacilar, em momento.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos conhecimentos adquiridos.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa e apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores Dermeval Araújo Furtado e José Wallace Barbosa do Nascimento, pela orientação e ensinamentos.

À professora Josivanda Palmeira Gomes e ao Professor Edílson Paes Saraiva, pela disponibilidade, pela leitura minuciosa e pelas valiosas contribuições para melhoria deste trabalho.

Agradeço a todos os professores do mestrado em Engenharia Agrícola em Construções Rurais e Ambiente da Universidade Federal de Campina Grande: Antônio Berto, Francisco de Assis Silva, Juarez Benigno, Renilson Targino e Nirelda Moura, que de forma direta ou indireta, contribuíram para o enriquecimento profissional e aprendizagem no decorrer do curso.

Ao proprietário da Granja Azevem, Erivaldo Miranda Araújo, pela permissão para a realização do trabalho em sua propriedade; ao gerente Vagner Domingues Lira e aos funcionários Eulicius, Jailson e Naldo, pelo apoio, confiança e respeito, peças fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Aos professores Celso José Bruno de Oliveira da e Maria Arlene de Araújo Farias da UFPB, pela colaboração, condução na análise microbiológica do ar.

Aos estagiários do laboratório de anatomia do departamento de Zootecnia CCA/UFPB, Daniel, Lenice e Welligton, pela colaboração na condução deste trabalho.

À Rivanilda, pela competência no exercício de suas atividades, amizade sincera, paciência e pelos incontáveis favores.

Aos Amigos e colegas de Pós-Graduação: Adriana, Cícero Henrique, Galba, John, Iracema, Maria Luiza, Pablo, Petrônio, Verônica, Christiane, Nerandi e Fábio Remy. A todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação profissional e dividiram momentos de tristeza e felicidade.

A todos, o meu Muito Obrigada!

Sumário

	Página
Lista de tabelas	x
Lista de figuras	xi
Resumo geral	xii
Abstract	xiii
Capítulo I	
1. Revisão bibliográfica	2
1.1 Produção suinícola no Brasil	2
2. Conforto térmico de suínos	3
2.1. Influência da temperatura do ar	5
2.2 Umidade relativa do ar	6
2.3. Índice de temperatura de globo e umidade	7
2.4. Qualidade do ar em instalações para suínos	7
2.5. Qualidade microbiológica do ar	12
2.6. Níveis de ruído nas instalações suinícolas	13
3. Referências bibliográficas	17
Capítulo II	
Avaliação dos parâmetros de conforto térmico em galpão da maternidade	23
Resumo	24
Abstract	25
1. Introdução	26
2. Material e métodos	28
2.1. Local do desenvolvimento da pesquisa	28
2.2. Instalação	28
2.3. Amostra experimental	30
2.4. Manejo	30
2.5. Variáveis ambientais	30
2.6. Concentração de gases	31
2.7. Níveis de pressão sonora	32
2.8. Microbiologia do ar	33
3. Análise estatística	33

	4. Resultados e discussão	34
	4.1. Parâmetros ambientais	34
	4.2. Concentração de gases (H ₂ S, CH ₄ , CO, O ₂ e NH ₃)	36
	4.3. Nível de pressão sonora (ruídos).....	38
	4.4. Microbiologia do ar	38
	5. Conclusões	41
	6. Referências bibliográficas	42
Capítulo III	Análise de parâmetros ambientais em galpão de suínos, nas fases de creche e terminação	46
	Resumo	47
	Abstract	48
	1. Introdução	49
	2. Material e métodos	50
	2.1. Local do desenvolvimento da pesquisa	50
	2.2. Instalação	50
	2.3. Amostra experimental	51
	2.4. Manejo	51
	2.5. Variáveis ambientais	51
	2.6. Concentração de gases	52
	2.7. Níveis de pressão sonora	53
	2.8. Microbiologia do ar	53
	3. Análise estatística	54
	4. Resultados e discussão	55
	4.1. Agentes ambientais	55
	4.2. Concentração de gases (H ₂ S, CH ₄ , CO, O ₂ e NH ₃)	59
	4.3. Nível de pressão sonora (ruídos)	60
	4.4. Análise da microbiologia do ar	62
	5. Conclusões	64
	6. Referências bibliográficas	65
	Anexos	68

Lista de Tabelas

	Capítulo I	Página
Tabela 1.	Limites de tolerância a ruídos	15
	Capítulo II	
		32
Tabela 1.	Dados dos níveis preestabelecidos dos sensores de gás do PHD5	
Tabela 2.	Valores médios dos parâmetros ambientais de (TA, UR e ITGU) no galpão de maternidade	34
Tabela 3.	Concentração de gases(H_2S, CH_4, CO, O_2) na instalação da maternidade	36
Tabela 4.	Valores médios de amônia nos horários estudados no galpão da maternidade.....	37
Tabela 5.	Valores médios e de Pico do nível de pressão sonora no galpão da maternidade	38
	Capítulo III	
Tabela 1.	Valores médios de temperatura ambiente (TA) no galpão de creche e terminação no período de chuvoso e seco	55
Tabela 2.	Valores médios de umidade relativa (UR%) nos períodos chuvoso e seco no galpão destinado animais em fase de creche e terminação	56
Tabela 3.	Valores médios de (ITGU) nos períodos chuvoso e seco no galpão destinado animais em fase de creche e terminação	57
Tabela 4.	Concentração de gases (H_2S, CH_4, CO, O_2) na instalação creche e terminação.....	59
Tabela 5.	Valores médios de amônia nos horários estudados no galpão da creche e terminação	60
Tabela 6.	Valores médios e de pico de ruídos do galpão de creche e terminação	61

Lista de Figuras

		Página
Capítulo II		
Figura 1.	Vista geral do galpão de maternidade	28
Figura 2.	Vista lateral do galpão de maternidade	29
Figura 3.	Interior da instalação de maternidade	29
Figura 4.	Monitor de gases portátil digital (Biosystems®)	31
Figura 5.	Contagem de bolores de leveduras das placas expostas ao ar	40
Capítulo III		
Figura 1.	Vista do interior do galpão de creche e terminação	50
Figura 2.	Monitor de gases digital portátil (PHD5 Biosystems®)	53
Figura 3.	Contagem de bolores de leveduras das placas expostas ao ar	63

Avaliação de condições ambientais em instalações suinícolas no semiárido paraibano

Resumo: Realizaram-se dois experimentos com o objetivo de avaliar conforto térmico, nível de ruído, concentrações de gases e microbiologia do ar, em dois galpões de criação de suínos com leitões lactantes (estação chuvosa) e leitões em fase de creche e terminação (estação chuvosa e seca). Em ambos os experimentos foi coletadas a temperatura de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro, durante a fase experimental, a cada hora. A partir desses dados se calcularam a umidade relativa do ar e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). No primeiro experimento, em que se avaliou o galpão de maternidade utilizou-se para a análise estatística, o delineamento inteiramente casualizado a fim de se determinar os parâmetros ambientais TA, ITGU e UR, com 11 tratamentos (h); 4 tratamentos (h) para gases; 6 tratamentos (h) para ruído e microbiologia do ar análise descritiva. Ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) dos horários sobre a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e o ITGU, isto é, a temperatura do ar ficou fora da faixa de conforto térmico para os leitões e matrizes lactantes; a umidade relativa do ar permaneceu na da faixa de conforto e, de acordo com o ITGU houve, às 15 h, conforto térmico para leitões e, para matrizes às 7 h. As concentrações de sulfeto de hidrogênio (H_2S) e monóxido de carbono (CO) foram inferiores a 1 ppm; a concentração de metano (CH_4) foi inferior a 0,1% em volume e o nível de oxigênio (O_2) ficou em 21% na média. Os níveis médios e os pico de ruído obtidos para os horários estudados, ficaram abaixo do limite de tolerância relacionado à exposição dos trabalhadores segundo a NR-15, para 8 h semanais, de 85 dB (Manual de Legislação de Segurança e Medicina de Trabalho, 2004). Quanto à microbiológica do ar, encontraram-se os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, considerados portadores alérgicos ou infecciosos passíveis de comprometer a saúde dos trabalhadores e o desempenho dos animais, mesmo em instalações abertas. No segundo experimento, galpão de creche e terminação nas estações chuvosa e seca, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso na análise dos parâmetros ambientais TA, ITGU e UR, em esquema fatorial (2 x 11) ou seja, 2 estações e 11 horários; para gases em esquema fatorial (2 x 4), ou seja, 2 estações e 4 horários; para o nível de pressão sonora, 4 tratamentos (h) e, na Microbiologia do ar, análise descritiva. Observou-se que a temperatura ambiente esteve na zona de conforto térmico, tal como para o ITGU, no período chuvoso, enquanto no período seco ocorreu o contrário do chuvoso; as

concentrações de (H₂S), (CO), (CH₄), (O₂) e (NH₃) não ultrapassaram os limites estabelecidos pelas normas NR-15 (1978), CIGR (1994) e ACGIH (2001), podendo-se considerar um ambiente salubre. O nível médio de ruído e de pico foi inferior ao permitido pelas normas NR-15. Na análise microbiológica do ar se encontraram os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, também considerados portadores alérgicos ou infecciosos podendo comprometer a saúde dos trabalhadores e o desempenho dos animais, mesmo em instalações abertas.

Palavras-chave: qualidade do ar, ruídos, suíno

Evaluation of environmental conditions in swine facilities in semiarido paraibano

Abstract: They took place two experiments with the objective of evaluating thermal comfort, noise level, gases concentrations and air microbiology, in two swine creation hangars with lactic pigs (rainy station) and pigs in day care and termination phase (rainy and dry station). In both experiments dry bulb, humid bulb and black globe temperature was collected, during experimental phase, every hour. From those data air relative humidity and globe temperature and humidity index were calculated (ITGU). In first experiment, that maternity hangar was evaluated the entirely casualized outlining was used for statistical analysis, in order to be determined environmental parameters TA, ITGU and UR, with 11 treatments (h); 4 treatments (h) for gases; 6 treatments (h) for noise and air microbiology descriptive analysis. It happened significant effect ($P < 0,05$) of the schedules on air temperature, air relative humidity and ITGU, that is, air temperature was out of thermal comfort strip for pigs and lactic womb; air relative humidity stayed in comfort strip and, in agreement with ITGU there was thermal comfort for pigs at 3.00 pm and for womb at 7.00 am. Hydrogen sulfide and carbon monoxide (CO) concentrations (H_2S) were lower to 1 ppm; methane concentration (CH_4) was lower to 0,1% in volume and the oxygen level (O_2) it was 21% average. Medium levels and noise peaks obtained for studied schedules, they were below the tolerance limit related to the workers' exhibition according to NR-15, for 8 weekly h, of 85 dB (Manual of Work Safety and Medicine Legislation 2004). In respect to air microbiology, *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* mushrooms classes were found, considered allergic or infectious bearers susceptible to commit workers' health and animals acting, even in open facilities. In second experiment, rainy and dry stations day care hangar and termination, experimental outlining entirely hazard was used in environmental parameters analysis of the TA, ITGU and UR, in factorial scheme (2 x 11) in other words, 2 stations and 11 schedules; for gases in factorial outline (2 x 4), in other words, 2 stations and 4 schedules; for sound pressure level, 4 treatments (h) and, in air microbiology, descriptive analysis. It was observed that ambient temperature was in thermal comfort zone, just as for ITGU, in rainy period, while in dry period it happened the contrary of the rainy; the (H_2S), (CO), (CH_4), (O_2) and (NH_3) concentrations didn't surpass established limits for the norms NR-15 (1978), CIGR (1994) and ACGIH (2001), it could be considered a salubrious atmosphere. Noise and pick medium level was lower to one allowed by NR-15 norm. In air microbiological analysis, *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* mushrooms classes were found, also considered allergic or infectious bearers which could commit the workers' health and animals acting, even in open facilities.

Word-key: air quality, noises, swine

Capítulo I

Revisão bibliográfica

1. Revisão bibliográfica

1.1. Produção suínica no Brasil

Atualmente, a suinocultura consiste em importante fator do desenvolvimento econômico nacional promovendo efeitos multiplicadores de renda e emprego em todos os setores da economia, intensificando a demanda de insumos agropecuários, a expansão e a modernização dos setores da comercialização e da agroindústria.

A produção brasileira possui um plantel de 34 milhões de cabeças; o consumo no País é de apenas 13,1 kg /habitante/ano baixo, portanto, se comparado ao consumo de carne bovina e de frango, 35 e 33 kg/habitante/ano, respectivamente (Roppa, 2007). O crescimento desta atividade agropecuária se deve, dentre outros fatores, à evolução tecnológica nas áreas de nutrição, manejo, melhoramento genético e capacitação de funcionários, em conjunto com as novas exigências do mercado mundial.

O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial, como produtor e exportador mundial de carne suína, ficando atrás apenas da Dinamarca, Estados Unidos e Canadá. Tem-se, em relação à produção por região geográfica, expressa em milhões de toneladas produzidas, que a região Sul detém 58% da produção predominando o sistema de integração e o forte parque industrial das agroindústrias. Na região Sudeste se sobressai o suinocultor independente, com participação de 17,7%. A região Centro Oeste, considerada a nova fronteira de produção de carnes e grãos no Brasil, continua sua expansão participando, atualmente, com 14% (ABIPECS, 2007).

A partir da década de setenta o Brasil começou a produzir suínos em sistema de confinamento, com o objetivo de maximizar a produção, melhorar o controle sanitário e reduzir as perdas energéticas dos animais. Como consequência, este confinamento levou à busca de um ambiente mais confortável ao animal, para promoção do seu bem-estar, diante do novo ambiente a ele exposto. Desde então, vários estudos foram realizados em universidades e instituições de pesquisas nessa área, para se conhecer melhor a relação animal-ambiente-instalação, de forma a contribuir na melhoria do sistema produtivo.

2. Conforto térmico de suínos

O ambiente de criação animal pode ser avaliado sob diferentes aspectos, embora se ressalte, no presente trabalho, apenas um o qual diz respeito à qualidade do ar disponível nas proximidades dos animais e à avaliação dos poluentes presentes que podem ser inalados e, eventualmente causar danos à saúde humana e animal (Miragliota, 2000).

Um grande desafio na suinocultura é a definição de um modelo de edificação capaz de proporcionar melhor conforto térmico aos animais, já que as maiores perdas na produção ocorrem em virtude dos dias muito quentes e das grandes variações térmicas, características do clima tropical. Uma alternativa para minimizar essas perdas é a utilização de sistemas diversos de climatização (Sarubbi, 2003).

Os suínos são animais homeotérmicos, possuem um sistema de controle do ambiente interno, que é acionado quando o ambiente externo apresenta temperatura inferior à temperatura corporal e ocorre dissipação do seu corpo para o ambiente, através dos processos de transferência de calor: condução, convecção e radiação, tendendo ao equilíbrio. Essas situações são percebidas pelos termorreceptores periféricos (células localizadas na pele) e analisadas por mecanismos neurais, que tomam a decisão adequada e ativam os agentes específicos (Ferreira, 2005).

De acordo com Randall et al. (2000) o ambiente interno do animal é influenciado pelo somatório de ocorrências ambientais externas e quaisquer variações que interfiram na homeostasia do animal podem interferir em seu desempenho, conforto térmico, saúde e bem-estar, de forma geral.

A zona de conforto térmico é uma faixa de temperatura na qual a produção de calor é transferida ao ambiente sem exigir ajustes dos mecanismos homeotérmicos do animal gerando, assim, maior produtividade. É limitada pelas temperaturas crítica inferior (TCI), temperatura ambiental abaixo da qual o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para incrementar a produção e retenção de calor corporal, compensando a perda de calor para o ambiente que se encontra frio e pela temperatura crítica superior (TCS) definida como sendo aquela acima da qual o animal aciona os seus mecanismos termorregulatórios para dissipação do calor corporal para o ambiente (ASHARE, 1985). Assim, acima desta faixa mecanismos, como a ofegação, vasodilatação periférica e a sudorese, entram em ação auxiliando o processo (Baêta & Souza, 1997).

Segundo Hannas et al. (1999) quando a temperatura efetiva ultrapassa o limite superior da zona de conforto os suínos utilizam, para dissipar o calor os mecanismos de condução, convecção, radiação e evaporação, visando à manutenção da homeotermia; quando isto acontece e de acordo com Sampaio et al. (2007) altas temperaturas causam redução no desempenho produtivo, diminui a resistência do sistema imunológico, deixando-os susceptíveis a infecções, enfermidades respiratórias, doenças gastrintestinais e, como consequência, o comprometimento da carcaça do animal.

De acordo com Baêta & Souza (1997) o processo de homeotermia se refere à maneira pela qual o animal mantém a temperatura do núcleo corporal aproximadamente constante, por meio de processos de aumento e dissipação de taxas de calor, mediante as flutuações ocorridas no ambiente externo.

Em geral, nas regiões tropicais os suínos estão expostos a temperaturas acima das exigidas para seu conforto térmico as quais aliadas à elevada produção de calor endógeno, podem afetar substancialmente sua produtividade (Teixeira et al., 1996). De acordo com Nääs (2000), as condições ambientais inadequadas no interior das instalações, não são apenas uma resposta direta do clima externo mas afetam sobremaneira a produção e a reprodução dos suínos.

Altas temperaturas são associadas à redução no desempenho devido à diminuição no consumo de alimento e ao custo energético e à dissipação do calor. No caso da espécie suína, animais que apresentam altas taxas de deposição de carne magra são os mais prejudicados pelas altas temperaturas ambiente. O calor adicional produzido por suínos com alta deposição de tecido magro em crescimento, aumenta a dificuldade para a manutenção da homeotermia em ambientes amenos ou quentes. Esta dificuldade faz com que as novas linhagens de suínos sejam mais susceptíveis ao estresse calórico apesar do melhoramento genético que, em alguns casos, visa à rusticidade dos animais com relação ao clima (Fialho et al., 2001; Brownbrandl et al., 2001).

Moraes (1999) relata que a forma de influenciar o ambiente térmico das instalações é o acondicionamento térmico natural, com ênfase à variação da concepção arquitetônica dos materiais de construção. Dentre os materiais de construção utilizados nas instalações animais merecem destaque os materiais das coberturas, os quais constituem um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior das instalações.

2.1. Influência da temperatura do ar

A temperatura do ar (TA) é o elemento climático de efeito direto sobre os animais e qualquer alteração nos seus valores promove em curto prazo, alterações no comportamento e na sua fisiologia (Ferreira, 2005). Segundo Yanagi Júnior (2006) a temperatura do ar é o principal elemento climático condicionante ao conforto térmico e funcionamento geral dos processos fisiológicos, em virtude de envolver a superfície corporal dos animais, afetando diretamente a velocidade das reações que ocorrem no organismo, influenciando a produção animal.

Os suínos, por se tratar dos mais sensíveis a temperaturas dentre os animais domésticos devido à sua capa de tecido adiposo e ainda, por possuírem o sistema termorregulador pouco desenvolvido, acabam morrendo por hipertermia, quando sua temperatura retal atinge 44,4 °C; quando, porém, submetidos a temperaturas entre 15 e 21 °C, produzem as máximas taxas de ganho de peso, mas a conversão alimentar declina a partir de temperaturas abaixo de 15 °C (ASHARE, 1985).

Paulo et al. (2003) ao compararem o piso de concreto com cama sobreposta encontraram baixo consumo e baixo ganho de peso em suínos em crescimento e terminação, submetidos a altas temperaturas (média de 31 °C), quando criados sobre piso de concreto. Tavares (2000) verificaram, estudando suínos machos dos 30 aos 60 kg, submetidos a altas temperaturas (32 °C), redução no consumo diário de ração, no ganho de peso diário e piora na taxa de conversão alimentar.

Esmay (1982) e Silva et al. (1999) consideram temperatura ideal para leitões quando do nascimento, de 30 a 32 °C. Noblet et al. (1989) relatam ótima a temperatura ambiente variando de 7 a 23 °C para matrizes; já Bäckström & Curtis (1981) acatam valores ideais de temperatura para matrizes entre 16 e 21 °C.

Relatos de Love et al. (1995), Wentz et al. (1997) e Bortolozzo et al. (1997) sobre altas temperaturas no interior das instalações, indicam que estas influenciaram negativamente a eficiência reprodutiva. Barb et al. (1991) observaram diminuição na fertilidade de fêmeas suínas primíparas e alta percentagem de retorno ao cio, além de atraso da maturidade sexual e maior mobilização de gordura corporal durante a lactação em instalações no verão, com temperatura superior a 24 °C. Diferentemente do observado por Love et al. (1993), que constataram não haver alterações na fertilidade e/ou nas taxas de concepção das fêmeas em regiões em que a temperatura em dias quentes não ultrapassou os 24 °C.

Em criações de suínos em sistemas de piso ripado parcial ou total e em concreto, a temperatura crítica se situa entre 18 a 20 °C, para animais com peso médio entre 10 e 25 kg, em condições de alimentação à vontade. Silva et al. (1999) e Esmay (1982) recomendam a temperatura de 18 a 22 °C para suínos em crescimento de 35 a 60 kg e umidade relativa de 60 a 70%, como ótima para esta categoria animal.

Nääs (1997) cita que, com a faixa de temperatura ambiente de 10 a 25 °C, não se justificam modificações ambientais visando ao controle da temperatura, para suínos em terminação. Curtis (1983) recomenda como ótima a temperatura para suínos, em fase de terminação de 18 a 20 °C, conforme o nível diário de consumo alimentar e o número de animais por baia; entretanto, para Silva et al. (1999) a temperatura ideal para suínos em terminação com mais de 60 kg é de 15 a 18 °C e umidade relativa de 60 a 70%.

Turco (1997) estudando os efeitos da temperatura de 25 a 43 °C com 40% umidade relativa do ar sobre o desempenho de suínos em várias faixas de peso, desde 45 até 160 kg, verificou que, quanto mais pesado o animal maior sua sensibilidade ao calor, concluindo, que, com isto, suínos em terminação necessitam de menores valores de temperaturas, para se encontrarem em estado de conforto térmico.

2.2. Umidade relativa do ar

O limite de tolerância dos suínos à umidade relativa do ar está intimamente relacionado com a temperatura ambiental, já que as elevadas taxas de umidade diminuem a capacidade de dissipação de calor corporal, por meios evaporativos, sobretudo pelos pulmões e afeta o ganho de peso dos animais quando a temperatura ambiente se encontra fora da zona de conforto térmico. O consumo de alimentos também é afetado quando a altas temperaturas mas não afeta a eficiência alimentar, exceto em condições extremas (Ferreira, 2005).

O maior impacto da umidade relativa para os suínos resulta de sua influência sobre a viabilidade dos agentes infecciosos garantindo a manutenção de micro-organismos patogênicos nas partículas aerolizadas, sugerindo-se valores ótimos de 50 a 75% para leitões e 55 a 75% para matrizes Veit & Troutt (1982) enquanto Silva et al. (1999) recomendam, como faixa ideal de umidade relativa na fase de maternidade até a fase de terminação, de 50 a 70%. Nienabert et al. (1987) citam que a elevação da umidade relativa de 45 para 90% a uma temperatura de 21 °C é responsável pela redução em até

8% das perdas de calor, sendo condições satisfatórias de temperatura e umidade relativa entre 60 e 80%.

2.3. Índice de temperatura de globo e umidade

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) desenvolvido por Buffington et al. (1981) é considerado o índice mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiental nas condições em que os animais são expostos a radiação solar uma vez que este índice combina os efeitos de radiação, velocidade do ar, temperatura de bulbo seco e umidade do ar, em um único valor (Sampaio et al., 2004). De conformidade com Ferreira (1996) nos dias atuais o ITGU é o índice mais o indicado para representar o conforto térmico ambiental na produção de animais em clima tropical.

Abreu et al. (2001) estudando o efeito de diferentes materiais de cobertura de maternidade no verão, encontraram os maiores valores de ITGU no ambiente ao ar livre, 82,62 às 11h e 91,64 às 17 h; na cabana com cobertura com isolamento de alumínio tiveram os menores valores de ITGU, 75,15 às 11 h e 83,33 às 17 h. O estudo comprovou que em todos os tipos de cobertura estudados os valores de ITGU ficaram acima do valor crítico superior de 72, para o período das 11 às 17 h, para porcas em lactação.

Manno et al. (2005) trabalhando com suínos de 15 a 30 kg obtiveram valores de ITGU em condições de calor, de 84,9 e, em condição de conforto, de 71,1; resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (1997), Ferreira (2001) e Vieira Vaz et al. (2005), com ITGU, respectivamente, de 70,7; 69,6 e 69,5 para condições de conforto dos animais. Ferreira (2001) observou valor semelhante de ITGU 82,6 para condições estressantes de calor, para suínos na mesma faixa de peso.

2.4. Qualidade do ar em instalações para suínos

A preocupação em garantir que as instalações suinícolas forneçam um ambiente saudável, para os suínos e trabalhadores, é uma demanda atual que agrega custos à produção suinícola. As granjas de criação de suínos brasileiras geram grandes quantidades de poluentes aéreos (gases, poeiras, toxinas e outros) passíveis de causar danos à saúde dos animais e trabalhadores.

De acordo com Nääs (2002) os poluentes do ar podem ser classificados em pó, emanações, fumaça, neblina, orvalho, vapores e gases, e carrear materiais biológicos, tais como pólen, pelos e micro-organismos, de uma forma geral. Muitas pesquisas relacionam a influência da má qualidade do ar ao desenvolvimento de doenças respiratórias em suínos, aves e seres humanos.

Conforme Sampaio (2004) gases são substâncias que, em condições normais de temperatura e pressão (25 °C e 760 mmHg) estão no estado gasoso, ou seja, são fluidos amorfos que podem mudar de estado físico unicamente por uma combinação de pressão e temperatura.

Os gases mais importantes nas instalações de suínos são: a amônia (NH₃), o gás carbônico (CO₂) e o gás sulfídrico (H₂S) (Bruce, 1981; Perdomo et al., 2001). A produção de metano é pequena na produção de suínos representando menos de 1% da energia consumida e, quando comparada com a produção de ruminantes, é insignificante levemente superior a 1 kg de CH₄ por cabeça/ano. O metano possui efeito narcótico em grandes quantidades. O aumento desses gases diminui a concentração de oxigênio a quantidades muito baixas (Verstegen et al., 1994). A degradação biológica dos resíduos produz gases tóxicos cuja exposição constante a níveis elevados pode reduzir o desempenho zootécnico dos suínos e incapacitar precocemente os tratadores para o trabalho (Perdomo et al., 2001). A inalação de grandes concentrações de gases nocivos emitidos pelo esterco animal, tem provocado a morte de pessoas e animais (Nader et al., 2002).

De acordo com Ni et al. (2002) os gases constituem os agentes de poluição do ar mais importantes nas instalações de animais e, na fase de terminação de suínos, principalmente nas regiões temperadas, é comum o dejetos ficar armazenado no fosso da instalação por um tempo, antes de ser removido, situação em que a saída dos gases se dá, basicamente, por meio de chaminés existentes nas laterais da instalação.

O efeito dos gases sobre os animais e no ser humano vai depender do tipo de substância, de sua concentração e tempo de exposição. Os primários ou irritantes ocorrem nas vias respiratórias superiores e na pele, como a amônia, que é primariamente irritante e, secundariamente, exerce efeitos metabólicos, incluindo o envenenamento; os efeitos secundários se referem a reações causadas pela absorção e tem ação tóxica sobre o organismo com disseminação através da corrente sanguínea como o sulfeto de hidrogênio. Os asfixiantes podem ser simples, como o dióxido de carbono, que provoca o deslocamento do oxigênio e possui efeitos secundários e respiratórios causando,

inclusive, asfixia, ou químicos, como o monóxido de carbono, que impede a entrada do oxigênio nos tecidos. Os anestésicos têm efeito narcótico ou depressivo sobre o sistema nervoso central, fundamentalmente o cérebro, como os hidrocarbonetos alifáticos (propano, etano, etc.), álcoois, cetonas, etc. (Saliba & Corrêa, 2000).

A maioria dos poluentes gasosos se origina da degradação dos dejetos e suas concentrações vão depender, em grande parte, da eficiência da ventilação, além da densidade dos plantéis e dos movimentos dos animais. Os gases carbônicos e metano são produzidos diretamente pelo animal. De acordo com Verstegen et al. (1994), Piffer et al. (1998) e Perdomo et al. (2001) a amônia, gás sulfídrico e outros gases, são produzidos pelas fezes e urina, por meio de conversão realizada por micro-organismos aneróbicos e aeróbicos.

A CIGR (1994) relata que gases em instalações para animais se originam da respiração dos animais e de outras fontes, como a decomposição microbiana da urina e de fezes, afetada pela temperatura, pH e atividade de água da massa de excrementos. As concentrações máximas recomendadas para alguns gases em ambientes de suínos são: NH_3 20 ppm, ácido sulfídrico 0,5 ppm, CO 10 ppm.

A amônia é o maior poluente atmosférico produzido por criações de animais (Jones et al., 1998) e se concentra no forro, por ser mais leve que o ar (densidade de $0,6894 \text{ g/L}^{-1}$ versus $1,1614 \text{ g/L}^{-1}$ a 300 K, 1 atm). É detectada pelo homem, na concentração de 5-20 ppm, acima da qual é considerado tóxico. A emissão de NH_3 a partir dos dejetos é praticamente eliminada em pH abaixo de seis ($\text{pH} < 6$) e para temperatura abaixo de 10°C (CIGR, 1994). Conforme Piffer et al. (1998) a amônia, na concentração de 100 a 500 ppm, começa a irritar as mucosas e, na concentração de 2.000 a 3.000 ppm, provoca tosse e após 1 mês de exposição pode ser fatal. A 10.000 ppm é capaz de matar animais e pessoas.

Em muitos países o limite para a concentração de amônia para 8 h de trabalho por dia, é de 25 ppm. Para curtos períodos de exposição este limite aumenta para 35 ppm. No Brasil se recomendam 20 ppm para uma jornada semanal de 48 h. A diferença entre países é conferida, provavelmente, pela diferença de climas entre eles. A tolerância a altas concentrações de amônia aumenta conforme também a umidade relativa do ar. No Reino Unido o limite de exposição à amônia atualmente recomendado de 25 ppm, é definido pelo Health and Safety Executive (órgão que regulamenta questões sobre saúde e segurança no país) estabelecido com base no bem-estar do homem e não do animal.

Nääs (2002) e Macari et al. (1994) ressaltam teores de amônia acima de 15 ppm citados na literatura como provável fator de irritabilidade das mucosas de algumas espécies domésticas, podendo desencadear dificuldades respiratórias e, conseqüentemente, perda na produção enquanto no homem o limite agressivo se encontra acima de 20 ppm.

A amônia, por ser hidrossolúvel, pode ser absorvida pelas partículas de poeira, pela cama dos aviários como pelas membranas mucosas. É tóxica para as células animais e os sintomas de envenenamento incluem conjuntivite, tosse, espirro e dispnéia. A exposição à amônia causa irritação às membranas mucosas nos olhos e no sistema respiratório; é capaz de aumentar a susceptibilidade a doenças respiratórias e pode afetar o consumo alimentar, a eficiência da conversão alimentar e a taxa de crescimento.

Kristensen & Wathes (2001) observaram que no inverno, quando a ventilação é reduzida para manter o calor, a concentração de NH_3 sobe enquanto na primavera e no verão, a alta umidade do ar facilita a absorção deste gás por partículas de poeira e, com a elevação da temperatura, a frequência respiratória dos animais aumenta, facilitando a inalação de partículas de poeira agora com NH_3 , causando danos no trato respiratório.

Busse (1993) observou que as medidas de NH_3 coletadas ao longo do dia (24 h) foram maiores que as coletadas nas mesmas condições durante curto período de tempo (coletas instantâneas), constatando-se também teores mais elevados durante a noite visto que durante o dia ocorre uma remoção maior do gás, pela ventilação.

Segundo Barker et al. (2002) em suínos expostos a 50 ppm de NH_3 verifica-se redução no seu desempenho, além da possibilidade de ocasionar doenças respiratórias; a 100 ppm ocorrem espirros, salivação e perda de apetite e, acima de 300 ppm, ocorre irritação no sistema respiratório e convulsões.

Para Carvalho (2001) situações tais, como níveis de amônia acima de 10 ppm, concentração de dióxido de carbono superior a 1.000 ppm, alta concentração de poeira, ventilação inadequada e volume de ar inferior a 3,0 m³/animal, são fatores de risco que favorecem a incidência de enfermidades respiratórias.

O sulfeto de hidrogênio (H_2S) é detectado na concentração de 0,01 ppm e, entre 50–200 ppm, pode acarretar sintomas, tais como: perda de apetite, fotofobia, vômitos e diarréias nos animais. Recomenda-se que os níveis de H_2S nas edificações não ultrapassem os 20 ppm (Piffer et al., 1998; Perdomo et al., 2001).

Usualmente, o sulfeto de hidrogênio (H_2S) se encontra em concentração inferior a 10 ppm, nível não considerado tóxico. Quando sujeito a altas concentrações, o animal

apresenta dificuldade de locomoção, falta de coordenação, centro respiratório deprimido e cianose generalizada. Em concentração maior que 400 ppm pode ocorrer morte abrupta. Conforme a CIGR (1994), em concentração de 0,01 a 0,7 ppm já é constatado odor pelos animais, na concentração de 10 ppm já se verifica irritação nos olhos, e em concentração de 700 a 2.000 ppm, pode ser fatal.

Segundo Perdomo et al. (2001) cerca de 50% dos suínos criados em sistemas confinados apresentam problemas de saúde e muitos criadores se tornam precocemente incapacitados para o trabalho face aos danos causados em seu sistema respiratório em virtude da exposição constante a ambientes com elevadas concentrações de poeira e gases.

Ni et al. (2002) verificaram que o sulfeto de hidrogênio (H₂S) possui odor característico e desagradável, mesmo a baixa concentração. Em geral, nas edificações para animais, o H₂S é encontrado com concentração inferior à de outros gases poluentes, como amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) (CIGR, 1994).

Barker et al. (2002) descrevem que, quando em exposição a 200 ppm, o H₂S pode acarretar edema pulmonar, dificuldade respiratória e até a morte do animal. A presença de H₂S no ambiente contribui para acelerar a corrosão dos metais, por ser reativo (Dias, 1997; Ottaway, 1982), característica indesejável devido à sua estrutura metálica bastante usual nas edificações destinadas ao confinamento de animais.

De acordo com Miragliotta et al. (2002), se propôs uma reformulação nos padrões adotados de forma universal, quando se refere aos sistemas de controle ambiental. Três pontos seriam valores-chave neste novo contexto: o primeiro seria saúde e segurança ligadas principalmente à qualidade do ar interno dessas instalações, focando não apenas a saúde dos animais que vivem 24h /dia em confinamento mas também a dos trabalhadores, que permanecem aproximadamente 8 h/dia no mesmo espaço de produção; o segundo se refere à ergonomia, que torna o trabalho mais produtivo e confortável para os trabalhadores, oferecendo trazendo bem-estar e conforto aos animais; já o terceiro é a reavaliação dos materiais que compõem os equipamentos, para que tenham maior resistência a corrosão e proporcionem redução nos custos de implantação desses sistemas de controle ambiental para o produtor.

2.5. Qualidade microbiológica do ar

Micro-organismos, como fungos, protozoários, bactérias e vírus, são considerados agentes potencialmente responsáveis por enfermidades aos animais e aos trabalhadores, em toda a sua cadeia produtiva e com variados graus sintomatológicos e patológicos e os agentes ambientais, principalmente gases e poeira, combinados com condições climáticas desfavoráveis, são vetores em potencial (Sampaio, 2004).

Fungos e bactérias são encontrados em grande quantidade na natureza, sendo comuns na poeira do ar, nos vegetais e animais; umidade e temperatura do ar favorecem o seu desenvolvimento no meio ambiente, por serem propícios os climas quentes e úmidos; alta concentração de animais criados em ambientes fechados cria condições que conduzem à multiplicação de muitos micro-organismos, sendo que numerosos fungos possam ser isolados do ar porém a flora micótica e sua incidência variam a partir de fatores geográficos ou ambientais (Boon & Wray, 1989).

Silva et al. (2007) ressaltam que os fungos são capazes de produzir um amplo conjunto de substâncias biologicamente ativas. Esses metabólitos biológicos, dos quais as micotoxinas representam a maior parte, possuem efeitos antipredatórios e proterritoriais, garantindo a perpetuação do fungo. As espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* do gênero *Aspergillus*, produzem toxinas responsáveis por graves intoxicações e se têm mostrado carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas a diversas espécies animais, inclusive ao homem.

A espécie de fungo *fumigatus*, do gênero *Aspergillus*, é a mais importante espécie do gênero; dentre os alérgenos e seus esporos são encontrados em praticamente todos os países e inalados por grande parte de pessoas, visto que eles se multiplicam a uma temperatura de 37 °C, razão por que se tornam patogênicos para diversos animais e, não raro, para o homem. Devido à riqueza e variedade de seus antígenos e na dependência de certas características especiais dos indivíduos que os inalam, o *A. fumigatus* poderá produzir pelo menos 5 patologias broncopulmonares: Asma Brônquica extrínseca, Asma brônquica eosinofilia pulmonar, Aspergiloma, Alveolite alérgica extrínseca e Aspergilose invasiva (Baracho & Nääs, 2002).

Em seus estudos, Baracho & Nääs (2002) encontraram, em uma granja de aves diversas espécies de fungos do gênero *Aspergillus*, tais como: *A. parasiticus*, *A. flavus*, *A. candidus*, *A. nidulans* e *A. fumigatus*, e constataram ser de suma importância o monitoramento da espécie *Aspergillus spp*, ou fungos, em geral, em que a microbiologia

do ar é transitória e variável; que o ar é um meio no qual possam crescer os micro-organismos e, também, um portador de matéria particulada, pó e gotículas que podem estar carregado com micro-organismo.

O grau de contaminação do ar interno é influenciado por fatores, tais como as taxas de ventilação, o número de pessoas que ocupam o ambiente, a natureza e o grau de atividade exercida por esses indivíduos. O destino final dos micro-organismos transportados pelo ar é governado por um conjunto complexo de circunstâncias incluindo-se condições atmosféricas (umidade, luz e temperatura). Os resultados referentes à porcentagem de fungos identificados sugerem a necessidade de uso de máscara dentro dos galpões.

Trabalhos realizados por Tizzard (1998), Khurana (2002) e Teixeira et al. (2002), indicam que pessoas saudáveis, as quais não apresentem quadro de hipersensibilidade pulmonar ou alérgico, geralmente não encontram problemas com os esporos de *Aspergillus* em aerossóis. Existem aproximadamente 300 espécies de *Aspergillus* mas poucas afetam humanos. O *Aspergillus fumigatus* é a mais comum, seguida do *Aspergillus flavus*, porém, raramente se encontraram espécies como *Aspergillus niger*, *Aspergillus clavatus* e *Aspergillus nidullans*. De acordo Khurana (2002) essas diferentes espécies são indistinguíveis clinicamente.

2.6. Níveis de ruído nas instalações suinícolas

O som pode ser definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações ou, ainda, ondas mecânicas que podem ser ouvidas. As vibrações que conseguem estimular o aparelho auditivo são denominadas vibrações sonoras e são caracterizadas por flutuações de pressão em um meio compressível, em função do tempo. Os efeitos nocivos gerados pela exposição ao ruído, independentemente de suas características específicas, variam principalmente em relação ao nível de exposição (frequência, nível de pressão sonora e duração) e susceptibilidade individual (Gerges, 1992).

A vocalização é a geração ativa de sons com o uso de órgãos específicos que se constitui na expressão de determinado estado do animal e possa ocorrer espontaneamente ou ser o resultado de um evento externo. Técnicas modernas de análise de ruídos permitem a discriminação, análise e classificação de vocalização ou ruído específico sendo, portanto, um interessante indicativo das condições de bem-estar de alojamento de um grupo ou de um indivíduo, em particular (Silva et al., 2007).

Segundo Nãas (2003) os sons também podem representar uma agressão ou mesmo uma fonte de estresse aos animais e aos trabalhadores, muito mais do que ao meio ambiente. A ocorrência da perda auditiva está relacionada a fatores ligados às características individuais da pessoa exposta ao ruído, ao meio ambiente e ao próprio agente agressivo.

Conforme Gerges (1992) e a PMAC (1994) define-se ruído como sons desagradáveis e indesejáveis, por causarem incômodos e neuroses afetando, física e psicologicamente, o indivíduo e, dependendo dos níveis, causam ao trabalhador lesões auditivas irreversíveis podendo levá-lo a uma surdez permanente.

De acordo com Gustafsson (1997), ruído acima de 100 dB (A) tem sido verificado na alimentação de suínos de forma manual. Os sons emitidos pelos animais também indicam situação indesejável, como que emitindo sofrimento, fome, doença, medo, desconforto, estado emocional e, conseqüentemente, os gritos podem indicar distúrbio no seu bem-estar (Weary et al., 1999).

Marchant et al.(2001) relatam que os trabalhadores das agroindústrias, em especial de instalações para animais, estão expostos a riscos de integridade física e psicológica, implicando em seu afastamento da empresa por períodos de tempo consideráveis, prejudicando a si próprio e gerando prejuízos também para as empresas. Informações sobre ruídos e seus efeitos no bem-estar do animal e do trabalhador em sistemas de produção intensiva de animais, são escassas, e uma visão do ambiente de trabalho facilita a compreensão das dificuldades, desconfortos, insatisfações e a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais.

Estudos mostram que o ruído pode produzir aceleração da pulsação, aumento da pressão sanguínea e estreitamento dos vasos sanguíneos, sendo que um longo período de exposição a ruído alto pode gerar sobrecarga do coração, causar secreções anormais de hormônios e tensões musculares, dentre outros. Os efeitos nocivos do ruído à saúde humana não se restringem à audição mas podem surgir em forma de mudanças de comportamento, como nervosismo, nível de sono, nível de atenção, nível de ansiedade, nível de irritabilidade, fadiga mental e desempenho no trabalho.

A perda auditiva induzida pelo ruído é considerada, hoje, a doença profissional de maior incidência, sendo que há uma diminuição gradual da acuidade auditiva decorrente da exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora, com progressão lenta ao longo dos anos, de maneira geralmente despercebida, sendo que as pessoas acometidas pela doença não costumam se queixar de surdez.

Marchant et al. (2001) descreveram os sons emitidos pelos animais pela frequência e amplitude sob várias condições de conforto e estresse. Grunhidos curtos são a forma mais comum de vocalização dos suínos e em seu estudo especificaram os grunhidos em curtos e longos e os “gritos” também em curtos e longos, classificação esta relacionada ao enfrentamento de determinada situação, até a presença de humano. No experimento, os autores constataram que grunhidos isolados longos estão associados ao comportamento de deslocamento (locomotor), enquanto os animais estão sem movimento.

Este comportamento indicou que o grunhido longo é um tipo de vocalização utilizada pelo suíno para se comunicar com outros, quando este se encontra isolado do grupo; já os gritos podem estar relacionados ao desconforto ou medo ou a qualquer outro distúrbio emocional. Os autores relatam que os gritos em série, isto é, contínuos, em alta frequência constituem avisos de que há incidência de sofrimento, como pôde ser comprovado durante castração de leitões.

De acordo com o Manual de Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho (2004), o limite da salubridade para pessoas trabalhando 8 h semanais se encontra no nível de 85 dB. Por outro lado, os limites de tolerância relacionados à exposição a picos de ruídos de impacto e intensidade, segundo a Norma Reguladora NR-15 (1978), estão apresentados em faixas, na Tabela 1.

Tabela 1. Limites de tolerância a ruídos

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível (h)
85	8
86-90	7- 4
91-100	3: 30 – 1
102-115	45 – 7

Adaptado da NR-15 (1978)

De acordo com Astete & Kitamura (1980) dentre os agentes principais para o aparecimento de doenças auditivas se destacam a intensidade sonora, o tipo de ruído (contínuo, intermitente ou de impacto), a duração (tempo de exposição a cada tipo de agente) e a qualidade (frequência dos sons que compõem os ruídos em determinada análise) mencionando, ainda, que a exposição do trabalhador a um nível de ruído não permitido, por alguns dias ou até semanas, não provocará surdez profissional de caráter

permanente, pois de faz necessário que decorra um longo tempo de exposição, diariamente e repetidas vezes.

Pinheiro et al. (1998) afirmam que a perda auditiva induzida por ruído é causada por exposição crônica ao ruído, com a possibilidade de maior correlação de perda auditiva em pacientes com doenças sistêmicas. Citam, ainda, que cerca de 15% da população exposta a ruído constante de 90 dB, 8 h por dia, durante 5 dias por semana e 50 semanas por ano, apresentarão lesão auditiva após 10 anos. A exposição a ruído intenso pode determinar alterações mecânicas e/ou alterações metabólicas nas estruturas internas do ouvido e, quando o efeito mecânico já provocou as lesões, estas são geralmente irreversíveis (Oliveira, 2001).

Gustafsson (1997) observou que problemas auditivos podem ser causados por exposição a nível de pressão sonora acima de 85 dB (A) sendo que ruído superior a 100 dB (A) foi verificado durante a alimentação manual de suínos e sugere que durante esta tarefa o trabalhador use protetor de ouvido.

3. Referências bibliográficas

- ABIPECS – Associação brasileira da indústria produtora e exportadora de carne suína- Produção de suíno Brasil. 2007. <http://www.abipecs.org.br/.Abril> de 2008.
- Abreu, P.G. de; Abreu, V.M.N.; Costa, O.A.D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.6, p.1728- 1734, 2001.
- ASHARE- American Society of Heating and Refrigerating and Air - conditioning Engineers .A Handbook of fundamentals, Itanta, 1985.
- Astete M.G.W.; Kitamura S. Efeitos da exposição profissional ao barulho. In: Mends, R. Medicina do Trabalho: Doenças ocupacionais; São Paulo, p.416-435, 1980.
- Baêta, F.C.; Souza, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV, 1997. 246p.
- Barb,C.R.;Estienne,M.J.;Kraeling,R.R.;Marple,D.N.; Rampacek,G.B.;Rahe,C.H.;Sartin, J.L.Endocrine changes in sows exposed to elevated ambient temperature during lactation. Domestic Animal Endocrinology, v.8, n.2 p.117-1127,1991.
- Backström, L.; Curtis, S.E. Housing and environmental influences on production. In Leman,A.A.;Gloc,R.D.,Mengeling,W.L.,Penny,R.H.C.School,E.,Straw,B.,eds.Disease of swine.5 ed. Ames, The Iowa State University,1981.p.729-750.
- Baracho, M.S.; Nääs, I.A. Qualidade de ar em criações de frangos de corte.In: Seminário de Poluentes aéreos e ruídos em Instalações para Produção de Animais. UNICAMP, Campinas- SP, Anais..., 2002. p. 23-31.
- Barker, J.; Curtis, S.; Hogsett, O.; Humenik, F. Waste quality & waste management: Safety in swine productions systems. North Caroline: Cooperative Extension service, 2002, Benedi, J. M.H. EL ambiente de los alojamientos ganaderos. Hojas Divulgadoras, v.6, n.1, p.286, 2002.
- Bonn, C,R.; Wray, C. Building design in relation the control of diseases of intensively house livestock. Journal of Agricultural Enginnering Resarch,v.43,n.2,p.149-161,1989.
- Bortolozzo, F. P, Wentz, I. Brandt, G., Nobre Jr. A influência da temperatura corporal sobre a eficiência reprodutora em fêmeas suínas. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialista em Suínos, 1997, Foz do Iguaçu, PR: Anais...ABRAVES, 1997. p. 281-282.
- Buffington, D.E.; Collasso-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pit, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

- Brown-Brandl, T.M.; Eigenberg, R.A.; Nienaber, J.A.; Kachman, S.D. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livestock Production Science*, v.71, n.2, p.253-260, 2001.
- Bruce, J.M. Ventilation and temperature control criteria for pigs. In: Clark, J.A. *Environmental aspect of housing for animal production*. Butterworths, 1981 .p.197-216.
- Busse, F.W. Comparison measurements of the house climate in swine stable without respiratory diseases or cannibalism. In: *Livestock Environment Symposium IV, 1993, England. Proceedings...American Society of Agricultural Engineers (ASAE), University of Warwick Coventry, 1993. P.904-908.*
- Carvalho, L.F.O.S.; Oliveira, C.J.B. Doenças respiratórias dos suínos. In: *Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da produção de rações*. Anais... Campinas: CBNA. 2001.
- Curtis, S.E. *Environmental management in animal agriculture*. The Iowa State Univ: Ames, 1983.410p.
- CIGR - Commission International e du Génie Rural –. *Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings*. Dublin, 1994. 116p.
- Dias, L.A.M. *Estruturas de aço: Conceitos, técnicas e linguagem*. São Paulo: Ed. Ziguarte, 1997. 161p.
- Esmay, M.L. *Principles of animal environment*. Westport: Avi, 1982. 325p.
- Ferreira, A.S.; Pupa, J.M.R.; Souza, A.M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: *Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de aves e suínos, 1996, Viçosa*. Anais... Viçosa: UFV, 1996, p.419-434
- Ferreira, R.A. *Avaliação da redução da proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos para suínos de 15 a 60 kg mantidos em diferentes ambientes térmicos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 67p. Tese Doutorado.
- Ferreira, R.A. *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- Fialho, E.T., Ost, P.R., Oliveira, V. Interações ambiente e nutrição estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos.. In: *II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína – EMBRAPA*. 2001.
- Gerges, S.N.Y. *Ruído: Fundamentos e controle*. Florianópolis: Departamento de Engenharia Mecânica, universidade Federal de Santa Catarina, 1992. 576p.
- Gustafsson, B. The health and safety of workers in a confined animal system. *Livestock Production Science*, v.49, n.2, p.191-202, 1997.

Hannas, M.I.; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Ferreira, A.S; Barbosa, R.B; Ferreira, R.A.; Moreti, A.M. Efeito da temperatura ambiente sobre os parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg, (compact disc).In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36, Anais... Porto Alegre,1999. Porto Alegre: SBZ,1999.

Khurana, S. Pulmonary aspergillosis, part 1: Allergic disease and mycetomas; recognizing the pattern of illness is key. *Journal of Respiratory Diseases*. I: May, 2002.

Kristensen, K.H.; Wathes, C.M. Amônia e bem-estar das aves: uma síntese. *Clipping Merial de Avicultura*, v.2, n.6, 2001.

Love,R.J.; Klupiec, C.; Thornton, E.J.; Evan, G. An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. *Animal Reproduction Science*, v.39, n.5, p.275-284, 1995.

Love, R.J.; Klupiec, C. Seasonal affects on fertility in gilts and sows. *Journal of Science*, v.2, n.1, p.191-206,1993.

Macari, M.; Furlan, RL.; Gonzales, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 296p.

Manno, M.C.; Oliveira, R.F.M; Donzele, J. L. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.34, n. 6, p.1963-1970. 2005.

Manual de legislação de segurança e medicina do trabalho. 13ª Edição, 2004. 223p

Marchant, J.N.; Whittakerb, X; Broom, D.M. Vocalisations of the adult female domestic pig during a standard human approach test and their relationships with behavioural and heart rate measures. *Applied Animal Behaviour Science*, v.72, n.2, p.23-39, 2001.

Miragliotta, M.Y. Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, 2000. 122 p. Dissertação Mestrado.

Miragliota MY; Nääs, IA.; Baracho, M.S.; Alencar M.C.B. Avaliação condições do ambiente interno na produção comercial de frangos de corte. In: In:Seminário poluentes aéreos e ruídos em instalações para produção de animais, Anais ... Campinas, 2002. p.111-126.

NR-15 Brasil. Ministério do trabalho, Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho. In: Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 33ª ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523p.

- Moraes, S.R.P. Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o Verão. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (UFV), 73p. 1999. Dissertação Mestrado.
- Nãas, I.A. Ventilação e climatização para frangos de corte. Conferência Apinco 1997 de Ciências e Tecnologias Avícolas, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: FACTA, p.108-119, 1997.
- Nãas, I.A. A influência do meio ambiente na reprodução das porcas. In: 5o Seminário Internacional de Suinocultura, São Paulo, SP. Anais... 27 e 28 de setembro de p.142-151, 2000.
- Nãas, I.A. Estado da arte no Brasil e prospecção quanto a futuras pesquisas. In: Seminário Poluentes aéreos e ruídos em instalações para produção de animais, Campinas, 2002 p.3-15, 2002.
- Nãas, I.A.; Miragliotta, M.Y.; Alencar, M.C.B.; Baracho, M. S. Novos conceitos de ambiente visando o bem estar das aves e do trabalhador. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. Anais... Campinas, p. 179-187, 2003.
- Nader, A.; Baracho, M.S; Nãas, 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 Poluentes Aéreos e Ruídos em Instalações para Produção de Animais, Campinas, 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. Trans of the ASAE, v.30, n.6, p.1772-1775, 1987.
- Ni, J-Q.; Heber, A.J.; Diehl, C.A.; Lim, T.T.; Duggirala, R.K.; Haymore, B.L. Hydrogen sulphide emission from two large pig-finishing buildings with long-term highfrequency measurements. Journal of Agricultural Science, v.138, p.227-236, 2002.
- Noblet, J.; Dourmad, J.Y.; Dividich, J. Dubois, s. Effect of ambient temperature and adition of straw or alfafa in the diet on energy metabolism in pregnant sows. Livestock Production Science, v.21, n.2, p.309 -324, 1989.
- Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Freiras, R.T.F. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e sobre parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia digestível. Revista Brasileira de Zootecnia, v.26, n.3 p.1173-1182, 1997.
- Oliveira, J.A.A. Prevenção e proteção contra perda auditiva induzida por ruído. In: Nudelmann, A.A.; Costa, E.A.; Seligman, J.; Ibañez, R.N. (org.). *Pair: Perda auditiva induzida pelo ruído*. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter Ltda, 2001. p.17- 44.
- Ottaway, J.H. Bioquímica da poluição. v.29, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1982. 74p.

- Paulo, R.M.; Oliveira, P.A.V.; Tinôco, I.F.F. Efeito da temperatura no desempenho zootécnico de suínos em crescimento e terminação nos sistemas de camas sobrepostas e piso concretado. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, Goiânia. Anais... Goiânia: GO: Embrapa Suínos e Aves, 2003.
- Perdomo, C.C.; Lima, G.J.M.M.; None, S.K. Produção de suínos e meio ambiente. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura, 9, 2001. Gramado. Anais... Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p.8-24.
- Pinheiro, D.C.; Colafemina, J.F.; Netto, A.A.T.C.; Alves, M.L.R. Perda auditiva induzida por ruído em pacientes com doenças sistêmicas. In: Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia, 34, Porto Alegre, RS. Anais... 1998. p.1-5.
- Piffer, I. A.; Perdomo, C. C.; Sobestiansky, J. Efeito de fatores ambientais na ocorrência de doenças. p. 255-274. In: Sobestiansky, J.; Wentz, I.; Silveira, PRS; SESTI, L.A.C. Suinocultura Intensiva. Brasília: EMBRAPA, 1998. 387p.
- PMAC- Exposição ao ruído: Norma para a proteção de trabalhadores que trabalham em atividades com barulho. Revista Proteção, v.6, n.29, p.136-138, 1994
- Randall, D.; Burggren, W.; French, K. Eckert – Fisiologia animal - Mecanismos e adaptações. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 729 p.2000.
- Roppa, L. Evolução do plantel total de suínos, 2007. Disponível: www.porkexpo.com.br/index.php/pasta/18/-20k 12 janeiro de 2008.
- Saliba, T.M.; Corrêa, M.A.C. Manual prático de avaliação e controle de gases e valores – PPRA. São Paulo: Ed. LTR, 2000. 132p
- Sampaio, C.A.P. Caracterização dos sistemas térmicos e acústicos em sistemas de produção de suínos nas fases de creche e terminação. Campinas, 2004, 121p Tese Doutorado.
- Sampaio, C.A.P; Nããs, I. de A.; Baracho, M. dos S; Salgado, D.D.A. Avaliação de poluentes aéreos em instalações de creche e terminação de suínos, Ciência Rural, v.37, n.2, p.488-494, 2007.
- Silva, I.J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: Simpósio Internacional de Suinocultura, 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Gessuli, 1999. p.108-325.
- Silva, R.A.; Chalfoun, S. M.; Silva, M. A. M.; Pereira, M. C. Inquérito sobre o consumo de alimentos possíveis de contaminação por micotoxinas na ingesta alimentar de escolares da cidade de Lavras, MG. Ciência e Agrotecnologia . v.31, n.2, 2007.
- Sarubbi, J. Avaliação da relação do ambiente de trabalho na produção industrial de suínos. Relatório de Conclusão de curso, Londrina, Universidade Estadual de Londrina - UEL, 2003. 103p.

- Tavares, S.L.S. Influência da temperatura do ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.199-205, 2000.
- Teixeira, M.F.A.; Assis, P.G.; Oliveira, L.C.L. Pneumonia de hipersensibilidade crônica: análise de 8 casos e revisão de literatura. Jornal de Pneumologia, v.8 n.3, 2002.
- Teixeira V.H.; Teixeira A.S. Resfriamento adiabático evaporativo em maternidade de suínos: I efeito no índice de conforto térmico (ITGU). In: XXXIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Anais... 1996, Fortaleza, CE, 1996, p. 626-628.
- Tizard, I.R. Imunologia veterinária. São Paulo: Roca, 1998, 5ª edição. 546p.
- Turco, S.H.N. Análise de sistemas de condicionamento térmico em maternidade para suínos. Viçosa, UFV. 1997. 93p. Tese Doutorado.
- Verstegen, M.; Tamminga, S.; Greers, R. The effect of gaseous pollutants on animals. In: Dewi I Ap. Pollution in livestock production systems. Amsterdam, CAB International, 1994. 463p.
- Veit, H.T.; Troutt, H.F. Monitoring air quality for livestock respiratory health. Veterinary Medicine and Small Animal clinician, v.77, p.454- 464, 1982.
- Vieira Vaz, R.G.M.; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L. Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 15 aos 30 kg. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária, v.57, p.345-352, 2005.
- Weary, D. M.; Appleby, M.C.; Fraser, D. Responses of piglets to early separation from the sow. Applied Animal Behaviour Science, v.63, n.4, p.289-300, 1999.
- Wentz, I.; Bortolozzo, F.P.Barcellos, D.E.S.N; Jacobi, H. Ocorrência de síndrome de aborto em suínos no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em suínos, Foz do Iguaçu, 1997. Anais... Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997.p.301-302.
- Yanagi Junior, T. Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima. 2006. http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm, Acessado em: 20 de Novembro de 2007.

Capítulo II

Avaliação dos parâmetros de conforto térmico em galpão de maternidade

Avaliação dos parâmetros de conforto térmico em galpão de maternidade

Resumo: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar os parâmetros de conforto térmico, a concentração dos gases oxigênio (O₂), amônia (NH₃), metano (CH₄) e monóxido de carbono (CO), nível de pressão sonora (ruído) e a qualidade microbiológica do ar, em uma maternidade de suíno, no inverno, na região semiárida paraibana. As variáveis climáticas analisadas foram a temperatura de bulbo seco, temperatura de globo e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Analisaram-se também, os principais fungos encontrados na maternidade. O delineamento experimental utilizado para a análise dos resultados foi o inteiramente ao acaso (DIC). Observou-se que, em relação aos que os parâmetros ambientais, houve desconforto térmico para os leitões em todos os horários estudados. As variáveis ambientais indicam que o uso de aquecimento para os leitões no período de inverno, é indispensável. Para as matrizes, o ambiente térmico mostrou-se desconfortável. As concentrações de H₂S e CO foram inferiores a 1 ppm, o CH₄ foi inferior a 0,1%, o O₂ ficou em 21%, NH₃ de 5,6 a 7,2 ppm, concentrações que se encontram dentro do recomendado pelos órgãos nacionais e internacionais. O nível médio de ruído foi de 63,6 a 71,0 dB e de pico 72,6 a 79,6 dB, abaixo, portanto, do permitido pela norma NR-15. Na análise microbiológica foram encontrados os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, considerados portadores alérgicos ou infecciosos, tanto para os trabalhadores como para os animais, mesmo em instalações abertas.

Palavras-chave: concentração de gases, qualidade do ar, ruídos

Evaluation of thermal comfort parameters in maternity hangar

Abstract: It was aimed, at with this work, to evaluate thermal comfort parameters, oxygen (O₂), ammonia (NH₃), methane (CH₄) carbon monoxide (CO) gases concentration, sound pressure level (noise) and the air microbiological quality, in a swine maternity, in the winter, in *regiao semiarida paraibana*. The analyzed climatic variables were dry bulb temperature, globe temperature and globe temperature and humidity index (ITGU). They were analyzed, also, principal mushrooms found at maternity. Experimental outlining used for results analysis was one entirely hazard (DIC). It was observed that in relation to environmental parameters, there was thermal discomfort for the pigs in all studied schedule. Environmental variables indicate that heating use for pigs in winter period is indispensable. For the womb, thermal atmosphere was shown uncomfortable. H₂S and CO concentrations were lower to 1 ppm, CH₄ one was lower to 0.1%, O₂ one was in 21%, NH₃ one from 5.6 to 7.2 ppm, concentrations that were inside of the recommended by national and international organs. Noise medium level was from 63.6 to 71.0 dB and of pick 72.6 to 79.6 dB, therefore below of allowed by NR-15 norm. In microbiological analysis, *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* mushrooms classes were found, considered allergic or infectious bearers, so much for workers as for animals, even in open facilities.

Word-key: gases concentration, air quality, noises

1. Introdução

As instalações da maternidade para suínos exigem maior controle do ambiente devendo atender a microambientes específicos para matrizes e para leitões, além de protegê-los contra esmagamento. Para evitar o esmagamento, normalmente são projetadas gaiolas que delimitam poucos movimentos à fêmea, dotadas de proteção e delimitação de áreas destinadas aos leitões, denominados escamoteadores (Pandorfi, 2002).

Segundo Zhang & Xin (2000) existem duas formas típicas de aquecimento localizado para os leitões: o calor radiante (comumente gerado por lâmpadas) e o calor de superfície condutivo (obtido nos pisos térmicos), embora a maioria dos produtores de suínos na América do Norte e do Sul utilize sistemas de aquecimento por lâmpadas; o sistema de aquecimento por superfície está ganhando maior aceitação, atualmente.

Comentam Sobestiansky et al. (1998) que o controle interno das instalações deve ser manejado de forma a proporcionar condições ideais e baixo custo. O manejo das cortinas deve ser correto para manter a temperatura ambiente próxima à zona de conforto térmico evitando oscilações térmicas acentuadas para permitir boa ventilação, haja vista que temperaturas elevadas na maternidade prolongam a duração do parto e aumentam a taxa de natimortos, o que prejudica o desempenho da leitegada.

De acordo com Ferreira (2005) a temperatura crítica inferior (TCI) de suínos neonatos é de 34 °C, estimada em 34, 33 e 30 °C para suínos com 2, 24 e 48 h de vida, respectivamente, considerando-se a temperatura ideal de 29 a 34 °C, porém os animais não devem ser expostos a temperatura ambiental superior (TCS) a 36 °C.

Para Perdomo et al. (1987) os suínos possuem dificuldades em adaptar-se frente a flutuações térmicas, em razão das suas características fisiológicas. A faixa de conforto térmico varia com a idade. Para leitões, recém-nascidos, a faixa de conforto térmico é de 32 e 34 °C e, aos 35 dias entre 29 a 31 °C, sendo que a temperatura ideal para a matriz é de 16 a 21 °C. Segundo Moura (1999), a faixa de temperatura ideal para porcas em gestação é de 18 a 21°C; temperaturas acima desta faixa têm sido associadas a falhas reprodutivas e perdas econômicas na produção. Hurtgen & Leman (1980), Love (1981) e Rozeboom et al. (2000) documentaram a ocorrência, em épocas quentes e úmidas do ano, da "Síndrome da Infertilidade de Verão", condição esta caracterizada por anestro, aumento do intervalo desmama-cobertura, retorno ao estro, baixa taxa de parição, concepção e alta taxa de abortamento.

De acordo com Nããs (2000) o suíno adulto é mais resistente ao frio que ao calor e em regiões de clima mais quente há necessidade de climatização. A autora recomenda a utilização de ventiladores nas instalações uma vez que a temperatura crítica de tolerância ao calor é beneficiada pelo acionamento do mecanismo de troca térmica por convecção, devido à ventilação mas, muitas vezes, somente a presença de ventiladores não é suficiente para se alcançar as condições ideais mínimas de conforto, havendo a necessidade, também, do uso de nebulização.

Segundo Bäckström & Curtis (1981), leitões recém-nascidos perdem de 1,7 a 6,7 °C da temperatura corporal e o tempo que levam para alcançar valores de temperaturas normais, considerado 39 °C, vai depender diretamente da temperatura ambiente, do seu peso corporal e do momento em que ele começar a amamentar.

Conforme Ferreira (1996), o ITGU é o mais indicado para representar o conforto térmico ambiental na produção de animais em clima tropical, já que incorpora os efeitos da temperatura do ar, da radiação, da velocidade do ar e da umidade relativa do ar.

De acordo com Necoechea (1986) leitões em abrigos com escamoteadores vedados e aquecidos por meio de lâmpadas ou resistências elétricas, se encontram em conforto térmico com ITGU entre 82 e 84 enquanto na maternidade o ITGU não deve ultrapassar a 72.

Carvalho (1981) considerou limite crítico superior para matrizes lactantes os valores de temperatura retal de 39,4 °C e frequência respiratória como 40 respirações por minuto, para a região de São Paulo; entretanto, Turco (1993) revelou que valores de ITGU iguais a 72 não foram prejudiciais para as matrizes na região de Viçosa, com base na frequência respiratória (50 respirações por minuto) e na temperatura retal 39 °C.

O objetivo deste estudo foi avaliar os índices de conforto térmico, gases e microbiologia do ar e ruídos no galpão de maternidade situado na região do semiárido paraibano.

2. Material e métodos

2.1. Local de desenvolvimento da pesquisa

A fase experimental deste estudo foi realizada em um galpão de criação de suínos pertencentes à empresa Avezen Ltda, localizada na cidade de Montadas, inserida na região de transição entre o semiárido e o agreste paraibano. O estudo foi realizado em um galpão destinado à fase de maternidade, no período de 08 de agosto a 27 de setembro de 2007.

De acordo com a classificação climática de Koppen (1936) o clima da região é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico), latitude 07 ° 1' 30" Sul e longitude 35° 90' 00" oeste e altitude de 713 m.

2.2. Instalação

A edificação da instalação de maternidade tinha orientação no sentido leste-oeste, construída em paredes de alvenaria, pilares de concreto armado, pé direito 2,7 m, telhado em duas águas, com cobertura telha cerâmica apoiada sobre treliças de madeira. O galpão (Figuras 1, 2 e 3) possui comprimento de 42,8 m e largura de 9,7 m, constituindo uma área total de 415,16 m².



Figural. Vista geral do galpão de maternidade



Figura 2. Vista lateral do galpão de maternidade



Figura 3 – interior da instalação de maternidade

O galpão era formado de 52 baias, cada baia possuía A piso= $9,1 \text{ m}^2$ ($2,60 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$) em comunicação com o abrigo escamoteador, este com A piso = $1,13 \text{ m}^2$ ($1,3 \text{ m} \times 0,87 \text{ m}$) de piso cimentado. Os comedouros eram de alvenaria, localizados junto ao corredor de serviço, que media $1,10 \text{ m}$ de largura e muretas internas com $0,80 \text{ m}$ de altura. A parte externa do galpão tinha muretas de $1,10 \text{ m}$ de altura com telas de arame galvanizado até a altura do telhado e cortinas de polietileno na cor amarela, com acionamento manual de cima para baixo; o piso interno e o passeio que circundava o

galpão era de concreto. A água era fornecida em 1 bebedouro do tipo chupeta, por baia. O entorno do galpão era constituído de capim elefante.

2.3. Amostra experimental

O rebanho, com animais mestiços das raças (Landrace, Large White e Duroc) totalizava 11 matrizes gestantes e 24 matrizes lactantes cujas leitegadas variavam de 6 a 15 leitões por baia, com diferentes datas de nascimento. Dentre as matrizes observadas 6 eram lactantes, das quais duas para representação das extremidades do início, duas do meio e duas do final do galpão.

2.4. Manejo

As fêmeas gestantes eram conduzidas ao galpão de maternidade após a identificação da gestação e, ao aproximar o parto, eram colocados nas baias e nos abrigos escamoteadores e palha de arroz, como forma de aquecimento para os leitões.

Após o nascimento os leitões recebiam aplicação de 1 mL de solução de ferro dextrano na primeira semana, para suprir as suas necessidades deste mineral; já a limpeza era realizada uma vez ao dia, com lavagem das baias por meio de jatos de água, provenientes da barragem existente na propriedade. A água era conduzida por bomba até o galpão, além de oferecida à vontade aos animais, por meio de bebedouros localizados no interior das baias.

O sistema de arraçoamento era realizado manualmente, às 9: 00 às 11: 00, às 14: 00 e às 16:30 h, antes da primeira lavagem das baias. A ração era colocada nos cochos na forma seca, em todos esses horários.

2.5. Variáveis ambientais

Realizaram-se coletas durante todo o experimento e se registraram a cada hora, das 7 às 17 horas, as seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco (t_{bs}), temperatura de bulbo úmido (t_{bu}) e temperatura de globo negro (t_{gn}), utilizando-se data logger, modelo HOB0 H08-006-04, com quatro canais e quatro sensores, para monitoramento eletrônico dos dados, que foram armazenados na memória do aparelho. A fim de programar e descarregar os dados, utilizou-se o programa BoxCar Pro 4.0. O

HOBO foi instalado no centro do galpão e os sensores distribuídos da seguinte maneira: o primeiro direcionado à baía central do galpão para obtenção das temperaturas do ar correspondentes ao centro de massa dos animais; o segundo no corredor, também para obtenção das temperaturas de bulbo seco; o terceiro sensor foi envolvido em tecido de algodão umedecido com água destilada contida no reservatório, que era continuamente repostado para coleta da temperatura de bulbo úmido; o quarto sensor foi centrado no interior de uma esfera oca, medindo 5 mm de espessura e 0,15 m de diâmetro, para determinação da temperatura de globo negro.

A partir dos dados de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro, foi calculou-se o seguinte índice de conforto térmico:

► Índice de temperatura do globo e umidade (ITGU): obtido pela Eq. 1, desenvolvida por Buffington et al. (1981):

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

em que t_{gn} é a temperatura de globo negro e t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho, calculadas em K.

2.6. Concentração de gases

Para avaliação da qualidade do ar na maternidade foram medidas as concentrações dos gases O_2 (oxigênio), NH_3 (amônia), CH_4 (metano) e CO (monóxido de carbono), no abrigo escamoteador (Figura 4) por apresentar um grande volume de dejetos dos leitões, utilizando-se um monitor de gases digital portátil (PHD5 Biosystems®), configurado para leitura contínua dos gases.



Figura 4. Monitor de gases portátil digital (Biosystems®)

As mensurações foram realizadas das 7 h às 15 h, três vezes na semana. Durante as medições dos gases o detector era posicionado em duas alturas: a primeira, a 1,5 m, no nível da altura do tratador, e a outra no centro de massa dos suínos, na altura dos animais em diversos pontos do abrigo dos leitões. O instrumento de medição de gás PHD5 era zerado antes e depois de cada medição em local ventilado, distante da instalação, para serem feitas novas medições.

O equipamento PHD5 possuía sensores eletroquímicos que quantificaram a concentração de um gás específico no ar, de acordo com os níveis preestabelecidos de cada sensor (Tabela 1).

Tabela 1. Dados dos níveis preestabelecidos dos sensores de gás do PHD5 (Biosystems®)

Sensores	A1	A2	STEL	TWA
LEL (CH ₄)	10 % LIE	-----	-----	-----
O ₂	19,5 % em vol.	23,5 % em vol.	-----	-----
CO	35 ppm	-----	100 ppm	35 ppm
H ₂ S	10 ppm	-----	15 ppm	10 ppm
NH ₃	25 ppm	-----	35 ppm	25 ppm

A1 e A2 correspondem aos alarmes instantâneos no momento em que a leitura realizada no galpão ultrapassa os níveis preestabelecidos pelo equipamento; o mesmo soava um alarme.

O STEL (Tempo Médio Ponderado) corresponde ao nível médio de exposição ao gás tóxico em qualquer intervalo de 15 min durante um período de trabalho ou leitura. Os dados de TWA (Tempo Médio Ponderado) representam o nível médio de exposição a gases tóxicos equivalentes ao período de oito horas de trabalho ou leitura, o qual foi utilizado para o experimento. Após cada leitura o PHD5 era zerado em ar limpo para, em seguida, se fazer nova leitura.

2.7. Níveis de pressão sonora

A coleta dos níveis de pressão sonora foi efetuada durante todo o experimento, no galpão de maternidade, em três pontos: no início, no meio e no fim do galpão, através de uma média desses dados, a uma altura de 1,5 m do piso, utilizando-se o equipamento de nível sonoro decibelímetro digital portátil modelo DL-4050. As leituras eram realizadas durante os arraçoamentos. Os níveis foram registrados na a escala normal e na escala de pico de intensidade. A escala normal se refere aos valores lidos pelo equipamento em dB

(A) que ocorrem com maior frequência dentro do período de cada intervalo de tempo. A escala de pico de intensidade diz respeito ao maior valor detectado no mesmo período.

2.8. Microbiologia do ar

Utilizaram-se, para as amostras microbiológicas do ar, placas de Petri descartáveis e esterilizadas, 90 x 15 mm, colocadas a 80 cm do solo, no corredor central da maternidade divididas em três setores: setor 1, início do galpão; setor 2, meio do galpão e setor 3, final do galpão, com os seguintes meios de cultura: Plate Count Agar (PCA), Potato Dextrose Agar (PDA) em duplicata, de acordo com Harrigan (1998). A exposição foi feita durante 5 min depois da limpeza do galpão. Após a exposição, as placas foram identificadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo e levadas ao Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), onde foram realizadas as análises quantitativas para mesófilos aeróbios, bolores e leveduras.

As placas de PCA foram utilizadas para contagem de mesófilos aeróbios totais e leveduras; já as placas de PDA para a contagem de fungos e leveduras foram, levadas ao laboratório, incubadas em estufa a 35 °C, durante 48 h, para ser feita a leitura.

Os principais gêneros de fungos presentes no ar foram identificados através de lâminas preparadas com hifas das amostras das placas submetidas ao corante azul de amann. As hifas foram observadas ao microscópio para identificação das colônias de fungos presentes nas placas.

3. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC), com 11 tratamentos (h) para parâmetros ambientais (TA, ITGU e UR); 4 tratamentos, para gases; 6 tratamentos (h) para o ruído; microbiologia do ar análise descritiva, avaliados pelo programa estatístico (SAEG, 1993).

O modelo estatístico empregado na análise é dado pela seguinte expressão:

$$y_{(ij)} = m + t_i + e_{ij}$$

m = média geral

t = efeito de tratamento

e = erro experimental

4. Resultado e discussão

4.1. Parâmetros ambientais

Analisaram-se, estatisticamente, os dados médios horários de temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo e umidade (ITGU), apresentados no resumo da análise de variância (Anexo 1).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros ambientais de temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) para os diferentes horários estudados no galpão da maternidade

Tempo (h)	TA (°C)	UR (%)	ITGU (°C)
7	20,32 e	75,62 a	72,03 g
8	21,48 d	76,56 a	73,24 f
9	23,37 c	68,08 bc	73,89 f
10	25,38 ab	58,99 e	75,96 e
11	26,15 a	57,07 e	77,91 d
12	25,74 ab	60,83 de	77,70 d
13	26,07 a	57,41 e	77,68 d
14	25,98 a	59,78 de	80,26 ab
15	25,59 ab	61,30 de	81,12 a
16	25,04 b	64,16 cd	79,71 bc
17	23,58 c	70,70 b	78,84 cd

Médias seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Pode-se observar, nos resultados apresentados na Tabela 2, diferença estatística ($P < 0,05$) nos horários estudados, sobre a temperatura ambiente, variando de 20,32 a 26,15 °C. Os maiores valores ocorreram nos horários das 11, 13 e 14 h e o menor valor, às 7 h da manhã. Tomando-se como referência a temperatura ambiente recomendada por Ferreira (2005) a zona termoneutra (ZCT) para o leitão o recém-nascido, de 32 a 35 °C; observou-se, no presente experimento, que houve desconforto térmico para os suínos em todos os horários estudados, evidenciando a necessidade de um ambiente adequado para os recém-nascidos nas primeiras horas e semana de vida.

Segundo Cutler et. al (1989) leitões recém-nascidos e mantidos em temperaturas entre 18 a 20 °C, comparados com leitões mantidos entre 30 a 32 °C, sofreram redução de 37% na ingestão do colostro e aumento de mortalidade no predesmame.

De acordo com Andrigueto et al. (1988) os leitões são muito sensíveis ao frio visto que sua capacidade termorregulatória é ineficiente, até que eles atinjam de 6 a 10 dias de idade, motivo pelo qual devem ser protegidos em ambiente aquecido.

O frio contínuo ou intermitente pode provocar aumento de infecções, o que provoca mudanças no sistema imunológico dos animais, induzidas pelo estresse e transmitidas às informações ao resto do corpo, que podem responder com alterações metabólicas e comportamentais afetando o desempenho e a exigência em nutrientes. Uma reação fisiológica do leitão quando exposto ao frio, é aumentar a produção do hormônio cortisol, que pode ser o responsável pela resistência dos leitões a doenças infecciosas. Dependendo da intensidade da dissipação de calor poderá ocorrer morte por hipoglicemia ou predisposição ao esmagamento (Ferreira, 2005).

Para as matrizes em lactação observou-se, durante este estudo, que a temperatura ambiente esteve fora da zona de conforto térmico, que é de 12 a 15 °C (Ferreira, 2005) durante todo o período avaliado.

Constatou-se que houve diferenças estatísticas para a umidade relativa (UR) ($P < 0,05$) entre os horários estudados. A maior umidade ocorreu às 8 h (76,56%) alcançando os menores valores nos horários das 10, 11 e 13 h, tornando a aumentar com o passar do tempo. Verificou-se, em todos os horários observados, que valores de UR estiveram na ZCT, estão concordantes com os resultados encontrados por Ferreira (2005) e Moura (1999) de 50 a 70%, respectivamente.

Para os valores de ITGU notou-se diferença estatística ($P < 0,05$) nos horários observados em que o menor valor (72,03) foi obtido às 7 h e o maior (80,26) às 14 h. De acordo com Necoechea (1986) para leitões em abrigos escamoteadores, vedado e aquecidos por meio de lâmpadas ou resistências elétricas, o conforto térmico é obtido com ITGU entre 82 e 84 enquanto na maternidade o ITGU não deve ultrapassar a 72. Os valores encontrados neste trabalho se apresentam próximos ao recomendado por Necoechea (1986) nos horários considerados, tendo em vista serem confortáveis cujo maior valor (80,26) foi constatado às 14 h.

Em sua pesquisa, Pandorfi (2005) encontrou ITGU de 82,3 para leitões em abrigo escamoteado aquecido com lâmpadas de resistência elétrica, valor próximo ao de Necoechea (1986).

4. 2. Concentração de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), oxigênio (O₂) e de amônia (NH₃)

As concentrações médias de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O₂) na instalação de Maternidade, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Concentração média de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O₂) na instalação da maternidade

Gases	Horários/Concentração			
	7: 00 - 8: 00	10:00 -11:00	13:00 -14:00	14:00 -15:00
H ₂ S (ppm)	<1	<1	<1	< 1
CO (ppm)	<1	<1	<1	< 1
CH ₄ (%)	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1
O ₂ (%)	21	21	21	21

Os valores de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e monóxido de carbono (CO) encontrados foram inferiores a 1 ppm e inferiores a 0,1% de metano (CH₄) em volume na mistura com o ar, correspondendo ao limite de resolução do instrumento de medida, de acordo com os valores indicados por Le Dividich (1982), Benedi (1986), Pickrell (1991), Gustafsson (1997), Ni et al. (2002) e Sampaio (2004) em seus estudos. As concentrações médias dos gases H₂S, CH₄ e de CO, analisadas nesta pesquisa, estão dentro dos limites recomendados pela NR-15 (1978), CIGR (1994) e ACGIH (2001) para animais e trabalhadores.

Os valores de O₂ se mantiveram constantes no patamar de 21%, situando-se dentro da condição de salubridade. Segundo Cary et al. (1996) e Saliba & Corrêa (2000) a presença de O₂ em nível adequado pode ser considerado um indicativo de que não há risco nos ambientes quanto à presença dos gases asfixiantes (CH₄ e CO₂), os quais deslocam o oxigênio.

Na Tabela 4 se apresentam os valores médios de amônia para os quais se verifica efeito significativo (P < 0,05) entre os horários estudados, apresentando o maior valor 7,5 das 13-14 h e o menor 5,6 das 10- 11 h.

Tabela 4. Valores médios de amônia nos horários estudados no galpão da maternidade

Tempo (h)	Amônia (ppm)
7-8	6,2 ab
10-11	5,6 b
13-14	7,5 a
14-15	7,2 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

De acordo com a CIGR (1994) a recomendação para a concentração máxima de amônia (NH₃) é de 20 ppm a nível dos animais. Para o Brasil, a NR-15 (1978) regula exposições de trabalhadores a agentes agressivos especificando que a concentração média de amônia (NH₃) durante a jornada de trabalho diária, de 8 h, deve ser no máximo de 20 ppm, não devendo exceder 30 ppm. A exposição a concentração acima de 6 ppm leva a irritação das mucosas, a 400 ppm leva à irritação das vias aéreas superiores, podendo ser letal quando atinge 10.000 ppm (Barker et al., 2002).

Sällvik (1999) descreve uma grande variação dos níveis de NH₃ em edificações para suínos, situadas em países da Comunidade Européia, comentando valor médio de concentração para a maternidade de 8 ppm no intervalo de (0 - 40) mesmo que concentrações mais elevadas tenham sido verificadas no período de inverno, fato atribuído à redução da ventilação.

Segundo Barker et al. (2002) a amônia é um gás associado à redução do apetite e à irritação nas mucosas dos suínos, além de causar problemas respiratórios e letalidade aos trabalhadores. A exposição a 50 ppm reduz o desempenho; a 100 ppm, leva a espirros e perda de apetite e, quando superior a 300 ppm, pode levar a convulsões. A mensuração da amônia não é um bom indicador da ventilação uma vez que sua concentração depende da higiene (Piffer et al., 1998).

As médias de amônia encontradas neste trabalho estão dentro dos limites aceitáveis tanto para os animais quanto para os trabalhadores envolvidos na atividade suinícola, de acordo com NR-15 (1978) e CIGR (1994).

Pode-se verificar que os valores mais altos de amônia ocorreram nos horários mais quentes 13 -14 h (7,5) e 14 -15 h (7,2). Observa-se, também, que o teor de NH₃ oscilou durante o dia; resultados semelhantes foram observados por (Schmidt et al., 2002 e Chang et al., 2001).

4.3 .Nível de pressão sonora (ruídos)

Os dados horários dos níveis médios e picos de ruídos no interior da instalação de maternidade em função dos horários, se encontram na Tabela 5; observa-se que todos os horários foram iguais das 9, 10, 11,14 e 15 h, fato que pode ser explicado devido ao horário de arraçoamento.

Tabela 5. Valores médios e de Pico do nível de pressão sonora no galpão da maternidade

Tempo (h)	Média	Pico
9	68,3 ab	77,5 ab
10	71,0 a	79,6 a
11	67,2 ab	72,9 b
12	63,6 b	72,6 b
14	69,8 a	78,5 a
15	66,9 ab	74,7 ab

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Verificou-se, nos níveis de pico de intensidade sonora, que os maiores valores encontrados ocorreram também das 9, 10,14 e 15 h. Todos os níveis médios e picos de ruídos obtidos para todos os horários estudados ficaram abaixo do limite de tolerância relacionado à exposição dos trabalhadores a picos de ruídos de impactos e intensidade, que, segundo a NR-15, para 8 h semanais é de 85 dB.

4.4.Microbiologia do ar

No estudo referente à microbiologia do ar, foram identificadas nas placas expostas, as seguintes espécies de fungos: *Fusarium chamydosporum*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus chaceus* e *Penicillium crateriform*, observando-se predominância do gênero *Penicillium* sobre *Aspergillus* e *Fusarium*. De acordo com Mabitt et al. (1987), três gêneros de bolores assumem particular importância na produção de micotoxinas: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, identificados neste estudo.

De acordo com Pickrell (1991) fungos são agentes biológicos com significativo potencial para produzir alergia e doenças pulmonares. Os fungos do gênero *Aspergillus* são os principais micro-organismos existentes em instalações para animais. No Brasil,

são poucas as pesquisas nesta área, embora as condições locais de alojamento sejam necessárias para que haja conformidade com exigências internacionais, quando tange aos exportadores.

Chang et al.(2001) observam, em seu estudo sobre exposição dos trabalhadores aos micro-organismo transportados ao ar em granjas de suínos, que não houve diferenças estatísticas entre os animais de maternidade e os animais de terminação; a média encontrada foi entre $2,2 \times 10^3$ e $3,6 \times 10^3$ UFC/m³, embora se tenha constatado uma grande diversidade de fungos. Identificaram-se, em 5 galpões, 21 espécies de fungos, com predominância de *Cladosporium* (90%). Outro fungo frequentemente identificado *Cephalosporium* (4,2 para 23,3%), *Aspergillus* (7,8%), *Alternaria* (0,2 para 18,3%), *Penicillium* (0,5 para 4,4%), *Fusarium* (0,4 para 4,2%).

As aflatoxinas sintetizadas pelos fungos do gênero *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* são responsáveis por graves intoxicações e se têm mostrado carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas a diversas espécies animais, inclusive ao homem (Silva et al.,2007).

Os valores de bolores e leveduras estudados no galpão, são mostrados na Figura 5, na qual se observa que os números de fungos, apesar de terem sido coletados em um único galpão, apresentaram valores diferentes nos três setores estudados representados por setor 1, início do galpão; setor 2, meio do galpão; no entanto, nos setores 1 e 2 os valores foram iguais e o setor 3, final do galpão; apresentou o menor valor evidenciando que a distribuição de fungos não se dá de forma homogênea. Os valores encontrados no presente estudo foram de $1,64 \times 10^4$ a 2×10^4 UFC/ m³, e maiores que os indicados por (Chang et al.,2001).

Contagem de bolores e leveduras

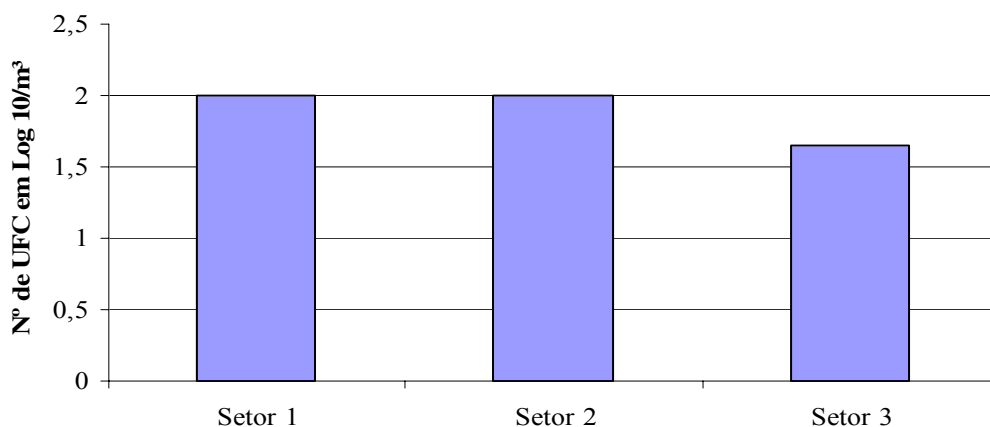


Figura 5. Contagem de bolores de leveduras das placas expostas ao ar

De acordo com os estudos de Baracho & Nääs (2002), o grau de contaminação do ar interno é influenciado pelas taxas de ventilação, pelo número de pessoas que ocupam o ambiente e pelo grau de atividade exercida por esses indivíduos. O destino final dos micro-organismos transportados pelo ar é governado por um conjunto complexo de circunstâncias incluindo-se condições atmosféricas (umidade, luz e temperatura).

Os valores apresentados neste trabalho variaram nos três setores analisados, isto é, nos setores 1 e 2, com valores de bolores e leveduras iguais; pode-se atribuir a maior concentração de animais e alimentos nesta área e, conseqüentemente, maior concentração de micro-organismo, diferente do setor 3, que alojava poucos animais nas baias.

5. Conclusões

- ✓ Observou-se que a temperatura do ar esteve fora da zona de conforto térmico, em todos os horários estudados para os leitões e matrizes, mas a umidade relativa esteve para todos horários estudados na zona de conforto térmico. Para o ITGU, na maternidade às 15h esteve na ZCT para os leitões e, para a matriz às 7h. O restante das horas permaneceram fora da Zona de Conforto Térmico (ZCT).
- ✓ As concentrações de sulfeto de hidrogênio (H_2S) e de monóxido de carbono (CO) foram inferiores a 1 ppm; a concentração de metano (CH_4) foi inferior a 0,1% em volume e o nível de oxigênio (O_2) ficou em 21% na média não representando riscos à saúde animal nem humana.

- ✓ A concentração de amônia (NH₃) indicou pequenas variações porém não ultrapassou os limites estabelecidos pela NR-15 (1978), CIGR (1994) e ACGIH (2001), considerado ambiente salubre para os animais e trabalhadores;
- ✓ O nível de pressão sonora se manteve, em todo o período estudado, dentro dos limites recomendados pelas normas (NR-15, ACGIH), podendo-se considerar o ambiente salubre.
- ✓ Quanto à análise da microbiologia do ar foram encontrados os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, considerados portadores alérgicos ou infecciosos passíveis, portanto, de comprometer a saúde dos trabalhadores e o desempenho dos animais, mesmo em instalações abertas.

6. Referências bibliográficas

ACGIH- American Conference of Government Industrial Hygienists - Cincinnati. TLVs and BEIs - Threshold Limit Values for Chemical Substances and Biological Exposure Indices. Cincinnati, 2001. 185 p.

Andriguetto, J.M, Perly L.; Minard, I.; Flemming J.S.; Gemael, A.; Souza, G.A.; Bona Filho, A. Nutrição Animal: as bases e os fundamentos de nutrição animal, os alimentos. 6a ed. São Paulo: ed. Nobel, v.1, p.395, 1998.

Backström, L.; Curtis, S.E. Housing and environmental influences on production. In: Leman, A.A., Gloc, R.D.; Mengeling, W.L.; Penny, R.H.C.; School, E.; Straw, B.; eds. Disease of swine. 5 ed. Ames, The Iowa State University, 1981. p.729-750.

- Barker, J.; Curtis, S.; Hogsett, O.; Humenik, F. Waste quality & waste management: Safety in swine productions systems. North Caroline: Cooperative Extension service, 2002, Benedi, J. M.H. EL ambiente de los alojamientos ganaderos. Hojas Divulgadoras, v.6, n.1, p.286, 2002.
- Baracho, M.S.; Nääs, I. A. Qualidade de ar em criações de frangos de corte. In: Seminário de Poluentes aéreos e ruídos em Instalações para Produção de Animais. Campinas, SP, Anais... p.23-31,2002.
- Benedi, J.M.H. El ambiente de los alojamientos ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Servicio de Extensión Agrária, Madri. Hojas divulgadoras, n.6/68 HD, 1986. 28p.
- Buffington, D.E.; Collasso-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pit, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- Chang, C.W.; Chung, H.; Huang, C.F.; S.U, H.J.J. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. Annals of Occupational Hygiene, v.45, n.6, p.457-465, 2001.
- Cary, R.; Clarke, S.; Delic, J. Effects of combined exposure to noise and toxic substances-critical review of the literature. Annals of Occupational Hygiene, v.41, n.4, p.455-465, 1996
- Carvalho, L.F.S. Determinação dos padrões normais e da influência do sexo, do período do cio, da gestação, do parto e da raça sobre a frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal dos suínos (*Sus scrofa*) criados no Estado de São Paulo. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa,1981. 43p. Dissertação Mestrado.
- CIGR-Commission Internationale du Génie Rural. Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings. Dublin, 1994. 116p.
- Cutler, R.S.; Spicer, E.M.; Prime, R.W. Neonatal mortality: The Influence of management. In: Production II. Proceedings of the Biennial Conference of the Australasian Pig Science, Werribie, Australian; Australasian Pig Science Association, P.122-1126. 1989.
- Ferreira, A.S.; Pupa, J.M.R.; Souza, A.M. Exigências nutricionais para suínos determinadas no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de aves e suínos, 1996, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1996, p.419-434
- Ferreira, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- Koppen. W. Dasa geographi SC system der klimete. In: Handbuch der klimatologia. Berlim. Gerdrulier Borntraeger, v. 1. Part c. 1936.

- Gustafsson, B. The health and safety of workers in a confined animal system. *Livestock Production Science*, v.49, p.191-202, 1997.
- Harrigan, W.F. *Laboratory methods in food microbiology*. 3^a ed. 532p. Academic Press: San Diego, 1998.
- Hurtgen, G.P.; Leman, A.D. Seasonal influence on fertility of sows and gilts. *Journal Animal Veterinary Medical Association*, v.177, p.631-635, 1980.
- Le Dividich, J. Performance du porc en croissance-finition en relation avec le milieu climatique. França: Journêe Nationale de Porc, Toulouse, 1982.
- Love, R.J. Seasonal infertility in pigs. *Veterinary Record*, v.109, p.407-409, 1981.
- Mabitt, L. A.; Davis, F. L.; Law, B. A.; Marshall, V. M. Microbiology of milk and milk products. In: *Essays in Agricultural and Food Microbiology*, Norris, J.;R.; Pettipher, G.;L. (eds), New York: p.135-166, 1987.
- Manual de legislação de segurança e medicina do trabalho. 13^a Edição, 2004. 223p.
- Moura, D.J. Ventilação na suinocultura. In: Silva, I.J.O (Ed.) *Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.149-179.
- Nääs, I.A. A influência do meio ambiente na reprodução das porcas. In: 5o Seminário Internacional de Suinocultura, São Paulo-SP. In: *Anais... 27 e 28 de setembro de 2000*,p.142– 151.
- Necoechea, A.R. Doenças e meio ambiente. *Suinocultura Industrial*, v.8, n.8,p.13-26; 1986
- Ni, J-Q.; Heber, A.J.; Diehl, C.A.; Lim, T.T.; Duggirala, R.K.; Haymore, B.L. Hydrogen sulphide emission from two large pig-finishing buildings with long-term highfrequency measurements. *Journal of Agricultural Science*, v.138, p.227-236, 2002.
- NR-15 Brasil. Ministério do trabalho, Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho. In: *Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho*, 33^a ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523p.
- Pandorfi, H; Silva, I.J.O; Moura , D.J de; Sevegnani,k.B. Microclima de abrigos escamoteadores para leitões submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.99-106, 2005.
- Pandorfi, H. Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002, Dissertação Mestrado.

- Perdomo, C.C.; Sobestiansky, J.; Oliveira, P.V.A.; Oliveira, J.A. Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 1987. p.1-3. Comunicado Técnico, 122
- Piffer, IA.; Perdomo, C.C.; Sobestiansky, J. Efeito de fatores ambientais na ocorrência de doenças. p. 255-274. In: Sobestiansky, J., Wentz, I., Silveira, P.R.S.; SESTI, LAC. Suinocultura Intensiva. Brasília: EMBRAPA, 1998. 387p.
- Pickrell, J. Hazards in confinement housing - gases and dusts in confined animal houses for swine, poultry, horses and humans. *Vet Hum Toxicol*, v.33, n.1, p.32-39, 1991
- Rozeboom, K.; See, T.; Flowers, B. Coping with seasonal infertility in the herd: part I, 2000. (http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm). Acessado em: Janeiro de 2008.
- Sampaio, C.A.P. Caracterização dos sistemas térmicos e acústicos em sistemas de produção de suínos nas fases de creche e terminação. Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola UNICAMP, 2004.121p. Tese Doutorado.
- SAEG - Sistema para Análise Estatística e Genética. Fundação Artur Bernardes, V.5.0/1993. UFV-MG Registro 07517-5ª.
- Saliba, T.M.; Corrêa, M.A.C. Manual prático de avaliação e controle de gases e valores – PPR. São Paulo: Ed. LTR, 2000. 132p
- Sällvik, K. Air quality for pig production. In: Symposium on Environment and Quality in Industrial Pig Production, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: Escola Superior Luiz de Queiroz, Sao Paulo University, 1999. 20p.
- Silva, R.A.; Chalfoun, S.M.; Silva, M.A.M.; Pereira, M.C. Inquérito sobre o consumo de alimentos possíveis de contaminação por micotoxinas na ingesta alimentar de escolares da cidade de Lavras, MG. *Ciência Agrotécnica*, v.31, n.2, 2007.
- Sobestiansky, J.; Wentz, I.; Silveira, P.R.S.; Sesti, LAC. Suinocultura Intensiva. Brasília: EMBRAPA, 1998. 387 p.
- 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, Chicago, Illinois, U.S., 2002, 14p.
- Varejão-Silva, M. A. Meteorologia e climatologia. Brasília: Gráfica Editora Stilo, 2000. 532 p.
- Zhang, Q.; Xin, H. Responses of piglets to creep heat type and location in farrowing crate. *Applied Engineering in Agriculture*, v.17, n.4, p.515-519, 2000.

Capítulo III

Análise de parâmetros ambientais em galpão de suínos, nas fases de creche e terminação

Avaliação dos parâmetros de conforto térmico em galpão de creche e terminação

Resumo: Neste trabalho se avaliaram os parâmetros de conforto térmico, concentração de gases O₂ (oxigênio), NH₃ (amônia), CH₄(metano) e CO (monóxido de carbono), nível de pressão sonora (ruído) e microbiologia do ar de uma instalação de creche e terminação de suínos, em condições de inverno e verão, no período de julho a dezembro de 2007, na região semiárida paraibana, e as temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e temperatura de globo, durante o estudo, em intervalos de uma hora. A partir desses dados foram calculados o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). As mensurações das concentrações dos gases foram realizadas das 7 às 15 h, três vezes na semana, 1,5 m no nível da altura do tratador e outra vez no centro de massa dos suínos, na altura dos animais em 6 pontos do galpão. Os níveis de pressão sonora foram monitorados durante os arraçamentos às 9, 10, 14 e 15 h. Para o estudo da microbiologia do ar placas de petri foram expostas no corredor central, durante 5 min. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC), para os para parâmetros ambientais (TA, ITGU e UR); em esquema fatorial (2 x 11) sendo 2 estações e 11 horários; para gases em esquema fatorial (2 x 4), sendo 2 estações e 4 horários; para o nível de pressão sonora 4 tratamentos (h) e Microbiologia do ar análise descritiva. Observou-se que a temperatura ambiente esteve na zona de conforto térmico, ocorrendo o mesmo para o ITGU no período chuvoso enquanto no período seco ocorreu o contrário do chuvoso; as concentrações de (H₂S), (CO) foram inferiores a 1 ppm, (CH₄) foi inferior a 0,1% em volume e o (O₂) ficou em 21% na média, (NH₃) 4,9 a 5,1 (ppm). As concentrações desses gases não ultrapassaram os limites estabelecidos pelas normas NR-15 (1978), CIGR (1994) e ACGIH (2001), podendo-se considerar um ambiente salubre. O nível médio de ruído, 70,19 a 73,74 dB (A) e de pico 80,63 a 82,95 dB (A) ficou abaixo do permitido pelas normas NR-15, que o limita em 85 dB para a jornada de trabalho de 8 h. Na análise de microbiologia do ar foram encontrados os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, considerados portadores alérgicos ou infecciosos podendo comprometer a saúde dos trabalhadores e o desempenho dos animais, mesmo em instalações abertas.

Palavras-chave: qualidade do ar, ruídos, suíno

Evaluation of thermal comfort parameters in day care and termination hangar

Abstract: In this work the thermal comfort parameters, O₂ (oxygen), NH₃ (ammonia), CH₄ (methane) and CO (carbon monoxide) gases concentration, sound pressure level (noise) and air microbiology were evaluated of a swine day care and termination installation, winter and summer conditions, in July to December of 2007 period, in the *area semiarida paraibana*, and dry bulb temperatures, humid bulb temperature and globe temperature, during the study, in intervals of one hour. From those data it was calculated the globe temperature and humidity index (ITGU). Gases concentrations measurements were accomplished from 7.00 am to 15 pm, three times in the week, 1.5 m treater's height level and again swine mass center, in the animals height six points of hangar. Sound pressure levels were monitored during the rationing to 9.00 and 10.00 am, 14.00 and 15.00 pm. Petri plates for air microbiology study were exposed in central corridor, during 5 min. Experimental outlining was entirely hazard (DIC), for environmental parameters (TA, ITGU and UR); in factorial scheme (2 x 11) with 2 stations and 11 schedules; for gases in factorial scheme (2 x 4), being 2 stations and 4 schedules; for sound pressure level there were 4 treatments (h) and air microbiology descriptive analysis. It was observed that environmental temperature was in thermal comfort zone, happening the same for ITGU in rainy period while in dry period it happened the contrary of rainy; (H₂S), (CO) concentrations were lower to 1 ppm, (CH₄) one was lower to 0.1% in volume, (O₂) one was in 21% average, (NH₃) one was 4.9 to 5.1 (ppm). Those gases concentrations didn't surpass established limits for NR-15 (1978), CIGR (1994) and ACGIH (2001) norms. Therefore, could be considered a salubrious atmosphere. Noise medium level (70.19 to 73.74 dB (A)) and pick (80.63 to 82.95 dB (A)) was below one allowed the NR-15 norms, that limits it in 85 dB for 8 h work day. In air microbiology analysis *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* mushrooms class were found. They are considered allergic or infectious bearers could commit the workers' health and animals acting, even in open facilities.

Word-key: air quality, noises, swine

1. Introdução

O ambiente do sistema de criação intensivo na suinocultura exerce influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, promovendo dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na qualidade química do ar, o que afeta o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos.

Os suínos, como todos os homeotermos, têm sua temperatura corpórea interna constante; precisam trocar calor continuamente com o ambiente; entretanto, este processo só se mostra eficiente quando a temperatura ambiente está dentro dos limites da termoneutralidade (Hannas et al.,1999).

Segundo Orlando (2001) suínos mantidos em ambiente termoneutro tendem a expressar seu máximo potencial genético mas, quando a temperatura ambiente efetiva aumenta, os animais utilizam mecanismos comportamentais, físicos e químicos que podem levar, conseqüentemente, a um desvio da energia disponível para a produção, modificando a exigência de nutrientes dos animais.

Os animais têm seu potencial de termorregulação melhor desenvolvido para reagir ao frio que ao calor. Altas temperaturas estão associadas à queda no desempenho devido, principalmente, à redução no consumo de alimento. Além disso, em ambientes nos quais as temperaturas são muito altas, os animais possuem menor capacidade de sobrevivência por longos períodos enquanto em temperaturas muito baixas esta capacidade é consideravelmente superior (Rostagno et al.,2006).

De acordo com Ferreira (2005) os suínos se desenvolvem melhor quando submetidos a temperaturas termoneutras, de acordo com a categoria animal; para tanto, a temperatura ideal para suínos na fase de creche é de 22 a 26 °C e, para a fase de terminação na temperatura de 15 a 18 °C.

Propôs-se neste estudo, avaliar os índices de conforto térmico, gases, microbiologia do ar e ruídos de suínos, nas fases de creche e terminação em galpão situado na região do semiárido paraibano.

2. Material e métodos

2.1. Local de desenvolvimento da pesquisa

O presente estudo foi realizado em um galpão destinado a animais com faixa etária correspondente às fases de creche e terminação, no período de 8 de agosto a 22 de dezembro 2007, em condições de inverno e verão.

De acordo com a classificação climática de Koppen (1936) o clima da região é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico), latitude 07 ° 1' 30" Sul e longitude 35° 90' 00" oeste e altitude de 713 m.

2.2. Instalação

A edificação da instalação tinha orientação no sentido leste-oeste, construída em paredes de alvenaria, pilares de concreto armado, pé direito 2,45 m, telhado em duas águas, com cobertura de telha de cerâmica apoiada sobre treliças de madeira. O comprimento do galpão (Figura1) era de 31,1 m e largura de 13,55 m constituindo uma área total de 421,4 m², situada a de 54 m do galpão de maternidade.



Figura 1. Vista do interior do galpão de creche e terminação

O galpão era formado de 9 baias, em que cada baía possuía A piso= 48,98 m² (7,9 x 3,5) de piso cimentado, muretas internas de 0,80 m e corredor central com 1,10 m de largura; os comedouros eram de alvenaria localizados junto ao corredor de serviço, com

1,10 m de largura e muretas internas com 0,80 m de altura. As muretas da parte externa do galpão tinham 1,10 m de altura, com telas de arame galvanizado até a altura do telhado, com cortinas de polietileno na cor amarela, com acionamento manual de cima para baixo; o piso interno e o passeio que circundava o galpão eram de concreto. A água era fornecida em 3 a 4 bebedouros do tipo chupeta por baia. O entorno do galpão era constituído de capim elefante.

2.3. Amostra experimental

O rebanho se compunha de animais mestiços das raças Landrace, Large White e Duroc dos quais 157 animais eram alojados, 8 agosto de 2007 (período chuvoso) e em dezembro 198 (período seco).

2.4. Manejo

A limpeza do galpão era realizada duas vezes ao dia, com lavagem das baias por meio de jatos de água, provenientes da barragem existente na propriedade. A água era conduzida por bomba até o galpão.

A água era oferecida à vontade aos animais por meio de bebedouros do tipo chupeta localizados no interior das baias.

O sistema de arração era realizado manualmente das 9: 00, 11: 00, e 15:30 h antes da primeira lavagem das baias. A ração era colocada nos cochos na forma seca em todos esses horários.

2.5. Variáveis ambientais

Foram coletadas durante o experimento, e registradas a cada hora, com intervalo, das 7 às 17 h, as seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco (t_{bs}), temperatura de bulbo úmido (t_{bu}) e temperatura de globo negro (t_{gn}), utilizando-se data logger, modelo HOBO H08-006-04, com quatro canais e quatro sensores, para monitoramento eletrônico dos dados, armazenados na memória do aparelho. Para programar e descarregar os dados utilizou-se o programa BoxCar Pro 4.0. Os sensores foram distribuídos da seguinte maneira: o primeiro foi direcionado à baia central do galpão, para obtenção das temperaturas do ar correspondentes ao centro de massa dos animais; o

segundo ficou no corredor, também para obtenção das temperaturas de bulbo seco; o terceiro sensor foi utilizado para coleta da temperatura de bulbo úmido e o quarto sensor foi centrado no interior de uma esfera oca, medindo 5 mm de espessura e 0,15 m de diâmetro, para determinação da temperatura de globo negro.

Com os dados de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e temperatura de globo negro, calcularam-se os seguintes índices de conforto térmico:

► Umidade relativa do ar (UR) - calculada pela Eq. 1, citada por Varejão-Silva (2000):

$$UR = (e / e_s).100 \quad (1)$$

em que e é a pressão parcial do vapor d'água e e_s é a pressão de saturação do vapor d'água, calculadas pelas Eqs. 2 e 3:

$$e = e_s(t_{bu}) - 0,00066.P_0.(1 + 0,00115.t_{bu})(t_{bs} - t_{bu}) \quad (2)$$

sendo $e_s(t_{bu})$ a pressão de saturação do vapor d'água a temperatura de bulbo úmido e P_0 , a pressão atmosférica local.

$$e_s = 6,1078.\exp^{[(17,26938.t_{bs})/(t_{bs} + 237,3)]} \quad (3)$$

► Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) - obtido pela Eq. 4, desenvolvida por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = t_{gn} + 0,36t_{po} - 330,08 \quad (4)$$

em que t_{gn} é a temperatura de globo e t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho, calculadas em K.

2.6. Concentração de gases

Com vistas à qualidade do ar no interior do galpão, mediram-se as concentrações dos gases oxigênio (O_2), amônia (NH_3), metano (CH_4) e monóxido de carbono (CO), no interior das baias utilizando-se um monitor de gases digital portátil (PHD5 Biosystems®), configurado para leitura contínua dos gases.

As mensurações foram realizadas das 7 h às 15 h, três vezes na semana. Durante as medições dos gases o detector era posicionado em duas alturas: a primeira a 1,5 m, no nível da altura do tratador e a outra no centro de massa dos suínos, na altura dos animais, em diversos pontos do abrigo dos leitões. O instrumento de medição de gás PHD5 (Figura 2) era zerado antes e depois de cada medição em local ventilado, distante da instalação, para serem feitas novas medições.



Figura 2. Monitor de gases digital portátil (PHD5 Biosystems®)

2.7. Níveis de pressão sonora

Efetuuou-se a coleta dos níveis de pressão sonora durante todo o experimento no galpão de creche e terminação, no início, meio e fim do galpão, fazendo-se uma média desses dados, a uma altura de 1,5 m do piso utilizando-se o equipamento de nível sonoro decibelímetro digital portátil, modelo DL-4050. As leituras eram realizadas durante os arraçoamentos. Os níveis foram registrados através da escala normal e a escala de pico de intensidade. A escala normal se refere a valores lidos pelo equipamento em dB (A) que ocorrem com maior frequência dentro do período de cada intervalo de tempo. A escala de pico de intensidade relativo ao maior valor detectado no mesmo período.

2.8. Microbiologia do ar

Foram utilizadas, para as amostras microbiológicas do ar, placas de Petri descartáveis e esterilizadas, com dimensões de 90 x 15 mm colocadas a 80 cm do solo, no corredor central na maternidade divididas em três setores: setor 1, início do galpão; setor 2, meio do galpão; e setor 3, final do galpão, com seguintes meios de cultura: Plate Count Agar (PCA), Potato Dextrose Agar (PDA) em duplicata, de acordo com Harrigan (1998). A exposição foi feita durante 5 min depois da limpeza do galpão. Após a exposição as placas foram identificadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo e

levadas ao Laboratório de Avaliação de Produtos de Origem Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), onde foram realizadas as análises quantitativas para mesófilos aeróbios, bolores e leveduras.

Utilizaram-se as placas de PCA para contagem de mesófilos aeróbios totais e leveduras, enquanto as placas de PDA, para a contagem de fungos e leveduras. Foram levadas ao laboratório e incubadas em estufa a 35 °C, por 48 h para se fazer a leitura.

Identificaram-se os principais gêneros de fungos presentes no ar; e lâminas com hifas das amostras das placas foram preparadas e submetidas ao corante azul de amann, para identificação das colônias de fungos.

3. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso (DIC), para os parâmetros ambientais (TA, ITGU e UR) em esquema fatorial (2 x 11) sendo 2 estações e 11 horários; para gases em esquema fatorial (2 x 4), sendo 2 estações e 4 horários; para o nível de pressão sonora 4 tratamentos (h) e Microbiologia do ar análise descritiva, todos avaliados pelo programa estatístico (SAEG, 1993).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O modelo estatístico empregado na análise é dado pela seguinte expressão:

$$y_{(ijk)} = m + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{(ijk)}$$

m = média geral

a = efeito do fator a (estação)

b = efeito do fator b (horas)

ab = efeito da interação

e = erro experimental

4. Resultados e discussão

4.1. Agentes ambientais

Analisaram-se, estatisticamente, os dados médios horários de temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR) e Índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) apresentados no resumo da análise de variância (Anexo 2).

As médias dos valores de temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), para os diferentes horários, estão apresentadas na Tabela 1, na qual se observa efeito significativo ($P < 0,05$) da estação sobre a temperatura ambiente; as médias de temperatura foram maiores durante a estação seca, para todos os horários estudados.

Durante a estação chuvosa a temperatura variou em função dos horários. O menor valor obtido foi observado às 7 h da manhã e os maiores das 13 às 15 h, durante o período mais quente do dia; o mesmo ocorreu com as temperaturas durante a estação seca. A menor média foi verificada às 7 h da manhã e as maiores às 13 e 14 h. A temperatura, nas duas estações, aumentou, até atingir seus valores máximos e, a partir daí, diminuí com o passar do tempo.

Tabela 1. Valores médios de temperatura ambiente (TA °C) no período de chuvoso e seco

Tempo (h)	Estações	
	Chuvosa	Seca
7	19,35 f B	24,02 e A
8	20,40 ef B	25,39 de A
9	21,83 de B	25,83 cde A
10	23,09 bcd B	27,05 abcd A
11	24,10 abc B	27,95 abc A
12	24,96 a B	28,79 ab A
13	24,67 a B	29,00 a A
14	24,95 a B	29,14 a A
15	25,14 a B	28,97 ab A
16	24,28 ab B	27,94 abc A
17	22,63 cd B	26,87 bcd A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Analisando os valores de temperatura ambiente (TA), observa-se que, na estação chuvosa, o menor valor encontrado foi às 7 h e o maior às 17 h; já na estação seca

observou-se que o menor valor foi às 7 h e o maior às 13 e 14 h. Com base em Ferreira (2005) a zona de conforto térmico para suínos em fase de creche e terminação deve estar situada respectivamente, entre 22 a 26 °C e 15 a 18 °C. Observa-se que, na estação chuvosa na fase de creche ocorreu, na maior parte dos horários, estado de conforto térmico para esta fase, exceto às 7 h; entretanto, para a fase de terminação deu-se desconforto térmico em todos os horários analisados; já em relação à estação seca, para os horários 7, 8, 9 e 17 h, observou-se conforto térmico para a fase de creche porém, na fase de terminação em todos os horários houve desconforto térmico. Esses dados confirmam o relato de Nääs (2000) de que, no sul e no sudeste, durante o verão, e no norte e nordeste do Brasil, o ano inteiro, é possível atingir temperaturas médias de 26 a 35 °C, valores esses fora do limite de termoneutralidade para esta categoria animal.

Hannas et al. (1999) comentam que em suínos na fase de terminação ocorre um aumento do peso corporal com desenvolvimento muscular e aumento da deposição de gordura subcutânea, diminuindo a área específica em contato com o ambiente, aumentando o isolamento térmico e fazendo com que o limite da temperatura crítica superior diminua, tornando os suínos susceptíveis ao calor. Nesta fase, os suínos estão sujeitos a temperaturas elevadas em grande parte do território brasileiro, cujas médias de temperaturas máxima e mínima estão, geralmente, acima do limite de temperatura crítica superior para esta categoria animal e são responsáveis pela diminuição da produtividade dos suínos.

Os valores de umidade relativa estão apresentados na Tabela 2, na qual se observa que os maiores valores de UR, para ambos os períodos estudados ocorreram às 7 h.

Tabela 2. Valores médios de Umidade Relativa (UR%) nos períodos chuvoso e seco

Tempo (h)	Estações	
	Chuvosa	Seca
7	74,21 a A	69,09 a A
8	72,06 a A	59,40 ab B
9	67,81 ab A	50,69 bcd B
10	60,26 bcd A	45,50 cde B
11	58,85 bcd A	38,67 de B
12	56,25 cd A	35,77 e B
13	57,41 cd A	37,03 de B
14	53,27 d A	38,10 de B
15	55,74 d A	42,02 cde B
16	58,75 bcd A	44,72 cde B
17	65,86 abc A	52,77 bc B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

No estudo da umidade relativa do ar deste trabalho verificou-se que houve efeito significativo das estações estudadas sobre a umidade relativa do ar. Obtiveram-se, na estação chuvosa, os maiores valores de umidade variando de 53,27 a 74,21%, com exceção do horário das 7 h quando não houve diferença estatística, neste mesmo horário na estação seca.

Na estação seca, houve efeito significativo dos horários sobre a umidade, sendo o menor valor de 35,77 às 12 h da manhã e o maior, 69,09, às 7 h. Na estação chuvosa houve diferenças estatísticas apresentando maior valor, 74,21, às 7 h, e menores valores 53,27, e 55,74, às 14 e 15 h; os valores de umidade relativa encontrados nesta pesquisa para a estação chuvosa estão dentro dos limites de termoneutralidade para suínos, de acordo com Leal & Nããs (1992) considerados ideais de 50 a 70% porém na estação seca se observa que na maior parte dos horários a umidade relativa se encontrou abaixo da faixa de conforto térmico, exceto nos horários das 7, 8, 9 e 17 h. Resultados semelhantes foram obtidos por Sampaio (2004) que trabalhou com suínos nas fases de creche e terminação, também em estações secas e chuvosas e notou, em seu estudo, umidade relativa para ambas as estações nas horas de maior calor, ou seja, umidades de 55 a 70% consideradas.

Tabela 3. Valores médios de Índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) nos períodos chuvoso e seco, no galpão destinado a animais em fase de creche e terminação

Tempo (h)	Estações	
	Chuvosa	Seca
7	74,19 f A	75,30 d A
8	75,33 ef B	77,48 cd A
9	76,58 de A	77,55 cd A
10	77,30 bcde B	79,32 abc A
11	78,10 abcd B	80,42 ab A
12	79,28 ab B	81,36 a A
13	79,48 a B	82,09 a A
14	77,08 cde B	81,98 a A
15	78,27 abcd B	81,99 a A
16	78,70 abc B	80,84 ab A
17	77,99 abcd A	78,42 bc A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Para o ITGU o efeito foi significativo ($P < 0,05$) entre os horários estudados. Na estação chuvosa todos os horários foram significativos, com maior valor às 13 h e menor às 7 h.

Em relação à estação seca, também houve efeito significativo dos horários sobre o ITGU. Os menores valores foram verificados às 7 h e os maiores das 12 às 15 h. No decorrer do dia o ITGU para estação seca apresentou comportamento semelhante ao das médias nos horários mais frios do dia elevando-se, até atingir seus valores máximos mas diminuindo com o passar das horas; já entre as estações não houve diferenças significativas apenas nos horários das 7, 9 e 17 h; os demais horários se apresentaram maiores na estação seca e menores na estação chuvosa.

Sartor et al. (2003) avaliaram o efeito de um modelo de resfriamento evaporativo no desempenho de suínos, na fase de terminação, no município de Patos de Minas, MG. O estudo foi realizado utilizando-se dois tratamentos: em um galpão, um tratamento com resfriamento evaporativo (SRE); no outro galpão, não foram feitas modificações, sendo o tratamento testemunha (TES). O sistema de resfriamento evaporativo proporcionou melhoria das condições térmicas ambientais reduzindo o índice de temperatura de globo e umidade, durante o período crítico do dia, de 83,5 para 82,4 no interior do galpão. O mesmo foi observado por Turco (1993) no município de Viçosa e Teixeira (1995) em Patos de Minas, Sartor (1997) em Ponte Nova; o comportamento do ITGU nos horários das 12 e 16 h, alcançou valores máximos nesses horários e decresceu no final do dia, como pode ser observado.

Sampaio (2004) encontrou, em seu estudo com suínos de creche e terminação, valores de ITGUs nas condições de verão e inverno, respectivamente de 68,9 a 74,8 (ambiente interno no verão) de 55,3 a 61,2 (ambiente interno no inverno) e 70,8 a 84,5 (ambiente externo verão) 57,2 a 67,3 (ambiente externo de inverno) e notou que, no verão, o ITGU na área interna proporcionou alta redução nas horas mais quentes do dia (72,5 ITGU interno a 84,5 ITGU externo às 12 h; 74,8 ITGU interno a 83,8 ITGU externo às 16 h) com amplitudes de até 12 pontos no índice, o que é favorável sobretudo se se considerar que os suínos são animais com poucos recursos termorregulatórios; referidos dados mostram, também, a necessidade de se manejar corretamente os recursos de resfriamento nesses horários de pico de calor; já para as condições de inverno e devido ao baixo índice de radiação, os valores de ITGU apresentaram uma amplitude bem inferior à ocorrida no verão sendo que os valores deste índice variaram significativamente nos horários, com exceção das 8 horas 68,9 (ambiente interno de inverno) a 70,8 (ambiente externo de inverno) em que não houve diferença estatística, o que pode estar relacionado à baixa taxa de radiação solar neste horário. Afirmam Buffington et al. (1981) que o

ITGU representa melhor a realidade das condições climáticas nas regiões com maior taxa de radiação solar.

Os valores encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por Sampaio (2004) em ambas as estações.

4. 2. Concentração de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), oxigênio (O₂) e de amônia (NH₃)

As concentrações médias de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O₂) na instalação de galpão de creche e terminação, são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4. Concentração média de sulfeto de hidrogênio (H₂S), metano (CH₄), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O₂)

Gases	Horários/Concentração			
	7: 00 - 8:00	10:00 -11:00	13:00 -14:00	14:00 -15:00
H ₂ S (ppm)	<1	<1	<1	< 1
CO (ppm)	<1	<1	<1	< 1
CH ₄ (%)	< 0,1	<0,1	<0,1	< 0,1
O ₂ (%)	21	21	21	21

As concentrações de H₂S medidas foram inferiores a 1 ppm, correspondendo ao limite de resolução do instrumento de medida não se revelando, portanto, problemas em instalações abertas, como verificou Sampaio (2004); essas concentrações foram inferiores quando comparadas com as obtidas em instalações fechadas (Curtis, 1983, Pickrell, 1991, Larry et al., 1994, Ni et al., 2002).

Da mesma forma como foram encontradas para as concentrações de H₂S, as concentrações de CO foram inferiores a 1 ppm e inferiores a 0,1% de CH₄ em volume na mistura com o ar, correspondendo ao limite de resolução do instrumento de medida e estando de acordo com o que encontraram Le Dividich (1982), Benedi (1986), Pickrell (1991), Gustafsson (1997), Ni et al. (2002) e Sampaio (2004) em seus estudos.

As concentrações médias dos gases H₂S, CH₄ e de CO analisados, estão dentro dos limites recomendados pela CIGR (1994) para os animais e dos limites recomendados pelas NR-15 (1978) e ACGIH (2001) e para o trabalhador.

Os valores de O₂ se mantiveram constantes no patamar de 21%, situando-se dentro da condição de salubridade. Segundo Cary et al. (1996) e Saliba & Corrêa (2000) a presença de O₂ em nível adequado pode ser considerado um indicativo de que não há risco nos ambientes quanto à presença dos gases asfixiantes (CH₄ e CO₂), os quais deslocam o oxigênio.

Apresentam-se, na Tabela 5, os valores médios de amônia, verificando-se efeito significativo (P < 0,05) entre os horários estudados, sendo o maior valor 5,9 observado das 13-14 h e o menor 4,7, das 10 às 11 h.

Tabela 5. Valores médios de amônia nos horários estudados no galpão da creche e terminação

Tempo (h)	Amônia
7-8	5,1 ab
10-11	4,7 b
13-14	5,9 a
14-15	4,9 b

Médias seguidas de mesma letra, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

De acordo com CIGR (1994), baseado em estudos específicos, recomenda-se a concentração máxima de 20 ppm a nível dos animais. No Brasil, a NR15 (1978) regula exposições de trabalhadores a agentes agressivos especificando que a concentração média de NH₃ durante a jornada de trabalho diária de 8 horas deve ser no máximo de 20 ppm.

Barker et al. (2002) relatam que exposição à concentração acima de 6 ppm irrita as mucosas, a 400 ppm causa irritação nas vias aérea superiores, podendo ser letal quando atinge 10.000 ppm.

Com base nos autores citados e na CIGR e NR-15 conclui-se que houve variações da concentração de amônia no galpão de creche e terminação; entretanto, não ultrapassou os limites estabelecidos para a concentração máxima de NH₃ de 20 ppm, provavelmente em virtude da granja estudada apresentar bom sistema de ventilação natural além de cuidados o com manejo sanitário.

4.3. Nível de pressão sonora (ruídos)

Os dados médios dos níveis e pico de ruídos no interior da instalação do galpão de creche e terminação em função dos horários se encontram na Tabela 6.

Tabela 6. Valores médios e de pico de ruídos do galpão de creche e terminação

Tempo (h)	Média	Pico
9	73,74 a	82,95 a
10	72,92 a	82,04 a
14	70,19 a	80,63 a
15	72,31 a	82,89 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Não se notou efeito significativo ($P > 0,05$) sobre a média de ruídos nem do valor de pico; numericamente, o maior valor encontrado foi 73,74 para média e 82,95 para pico de ruídos.

Diferentemente desses resultados, Romanini & Nääs (2003) estudando as condições de alojamento em creche de suínos, verificaram a influência das condições ambientais nos níveis de ruído, em dois diferentes sistemas de creche de suínos, medindo os níveis de ruídos gerados em salas de creche com gaiolas e em piso semirripado, no período de trabalho dos funcionários da granja das 7 às 17 h e encontraram que o ruído emitido pelos animais foi relativo ao manejo de alimentação e ao desconforto térmico.

De acordo com Gustafsson (1997), ruído acima de 100 dB (A) tem sido verificado na alimentação de suínos, de forma manual. Os sons emitidos pelos animais podem indicar também uma situação indesejável, como sofrimento, fome, doença, medo, desconforto, estado emocional e, conseqüentemente, os gritos podem indicar distúrbio no seu bem-estar (Weary et al., 1999).

Sampaio et al. (2007) obtiveram, em seu trabalho com avaliação do nível de ruído em dB (A) em instalações para creche e terminação, ruído médio de 65 dB (A) e de 70, respectivamente, que se enquadrou dentro do limite permitido pela NR-15, que é de 85 dB (A) para uma jornada de trabalho de 8 h diárias. Considerando-se o ruído de pico observado nos horários de alimentação e vacinação e, principalmente, na fase de terminação, indica-se a necessidade de uso de equipamento de proteção auricular; notou-se tendência do ruído ser mais intenso em condições de desconforto térmico.

Neste estudo os valores encontrados foram maiores que os mencionados por Sampaio et al. (2007) porém os valores de ruído de média e pico registrados não ultrapassaram as normas da NR-15.

4.4. Análise da microbiologia do ar

Em relação à microbiologia do ar no interior do galpão de creche e terminação as seguintes espécies de fungos foram identificadas: *Fusarium*, *chamydosporum*, *flavus*, *Aspergillus ochraceus* e *Penicillium atromentosum*, observando-se predominância do gênero *Penicillium* sobre *Penicillium* e *Fusarium*. De acordo com Mabitt et al. (1987), três gêneros de bolores assumem particular importância na produção de micotoxinas: *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

Os principais gêneros de fungos encontrados neste trabalho podem causar problemas ao aparelho respiratório; dentre os alérgenos estão os fungos do gênero *Aspergillus*, sobressaindo-se a espécie *fumigatus* como a mais significativa; seus esporos são encontrados em praticamente todos os países e inalados por grande número de pessoas, razão por que crescem a temperatura de 37 °C, sendo patogênicos para diversos animais e, não raro, para o homem. Devido à riqueza e variedade de seus antígenos e na dependência de certas características especiais dos indivíduos que os inalam, o *A. fumigatus* poderá produzir pelo menos 5 patologias broncopulmonares: Asma Brônquica extrínseca, Asma brônquicaeosinofilia pulmonar, Aspergiloma, Alveolite alérgica extrínseca e Aspergilose invasiva (Baracho & Nääs, 2002).

De acordo com Tizzard (1998); Khurana (2002) e Teixeira et al. (2002) existem aproximadamente 300 espécies de *Aspergillus* mas poucas afetam humanos. O *Aspergillus fumigatus* é a mais comum, seguida do *Aspergillus flavus*; mas raramente são encontradas espécies como *Aspergillus niger*, *Aspergillus clavatus* e *Aspergillus nidullans*. As diferentes espécies são indistinguíveis clinicamente. Pessoas saudáveis, que não apresentam quadro de hipersensibilidade pulmonar ou alérgico, geralmente não encontram problemas com os esporos de *Aspergillus* em aerossóis.

Sampaio et al. (2007) identificaram, em seu trabalho sobre avaliação de poluentes aéreos em instalações de creche e terminação de suínos, nas instalações *Aspergillus* (28%), *Neurospora* (18%), *Penicillium* (7%), *Colletotrichum* (5%), *Fusarium* (8%) e outros (34%). Dentro do gênero *Aspergillus* foram identificados: *A. niger*, *A. parasiticus*, *A. candidus*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. fumigatus*. A porcentagem de fungos do gênero *Aspergillus* identificados nos filtros de poeira respirável e de poeira total, foi de 34 e 45%, respectivamente, indicando que a poeira total é mais adequada para mostrar a presença deste micro-organismo.

Na Figura 3 se apresentam os valores de bolores e leveduras estudados no galpão de creche e terminação, na qual se observou que os fungos se encontram-se distribuídos em toda a instalação, representados nos três setores estudados. O maior valor encontrado ocorreu no setor 3, que alojava os animais de terminação, a produção de dejetos e o maior fluxo de alimentos; fato que pode explicar o maior valor. Os valores encontrados no presente estudo foram de $2,0 \times 10^4$ a $2,18 \times 10^4$ UFC/ m^3 ; referidos valores foram maiores que os encontrados por (Chang et al.,2001).

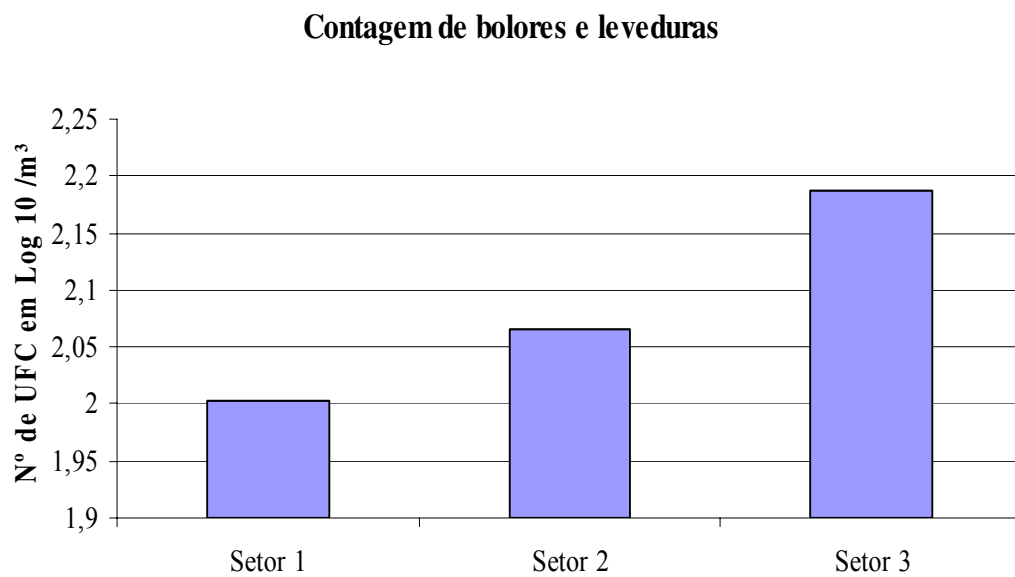


Figura 3. Contagem de bolores de leveduras das placas expostas ao ar

5. Conclusões

- ✓ Verificou-se que os parâmetros térmicos na estação chuvosa se apresentaram na zona de termoneutralidade na maior parte dos horários para fase de creche exceto às 7 h; entretanto, para a fase de terminação ocorreu desconforto térmico em todos os horários analisados; já com relação a estação seca, para os horários, das 7, 8, 9 e 17 h, observou-se conforto térmico para a fase de creche mas na fase de terminação houve desconforto térmico em todos os horários estudados. No período chuvoso o ITGU esteve na zona termoneutra e, no período seco, ocorreu o contrário.
- ✓ A umidade relativa para a estação chuvosa esteve dentro dos limites de termoneutralidade porém na estação seca se encontrou na maior parte dos horários abaixo da faixa de conforto térmico, exceto nos horários das 7, 8, 9 e 17 h.
- ✓ As concentrações de sulfeto de hidrogênio (H_2S) e de monóxido de carbono (CO) foram inferiores a 1 ppm; a concentração de metano (CH_4) foi inferior a 0,1% em volume e o nível de oxigênio (O_2) ficou em 21% na média, não representando riscos à saúde animal nem humana.
- ✓ A concentração de amônia (NH_3) indicou pequenas variações, podendo o ambiente ser considerado salubre para os animais e trabalhadores.
- ✓ O nível de pressão sonora se manteve dentro dos limites recomendados, durante o período estudado.
- ✓ Quanto à análise da microbiologia foram encontrados os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, considerados portadores alérgicos ou infecciosos, podendo comprometer a saúde dos trabalhadores e o desempenho dos animais, mesmo em instalações abertas.

6. Referências bibliográficas

- ACGIH- American Conference of Government Industrial Hygienists - Cincinnati. TLVs and BEIs - Threshold Limit Values for Chemical Substances and Biological Exposure Indices. Cincinnati, 2001. 185 p.
- Baracho, M. S.; Nääs, I. A. Qualidade de ar em criações de frangos de corte. Seminário de Poluentes aéreos e ruídos em Instalações para Produção de Animais. Unicamp, Campinas- SP, Anais ..., p 23-31. 2002.
- Barker, J.; Curtis, S.; Hogsett, O.; Humenik, F. Waste quality & waste management: Safety in swine productions systems. North Caroline: Cooperative Extension service, 2002, Benedi, J. M.H. EL ambiente de los alojamientos ganaderos. Hojas Divulgadoras, v.6, n.1, p.286, 2002.
- Benedi, J.M.H. El ambiente de los alojamientos ganaderos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Servicio de Extensión Agrária, Madri. Hojas Divulgadoras, n.6/68 HD, 1986. 28p.
- Buffington, D. E.; Collaso-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pit, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v. 24, n.3, p. 711-714, 1981.
- Chang, C.W.; Chung, H.; Huang, C.F.; S.U, H.J.J. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. Annals of Occupational Hygiene, v.45, n.6, p.457-465, 2001.
- Cary, R.; Clarke, S.; Delic, J. Effects of combined exposure to noise and toxic substances-critical review of the literature. Annals of Occupational Hygiene, v.41, n.4, p.455-465, 1996.
- CIGR-Commission Internationale du Génie Rural. Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings. Dublin, 1994. 116p.
- Curtis, S.E. Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University, 1983. 409p.
- Ferreira, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- Gustafsson, B. The health and safety of workers in a confined animal system. Livestock Production Science, v.49, p.191-202, 1997.
- Hannas, M.I. Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Ferreira, A.S.; Barbosa, R.B.; Ferreira, R.A.; Moreti, A.M. Efeito da temperatura ambiente sobre os parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 aos 30 kg. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., Porto Alegre, 1999. Porto Alegre: SBZ, 1999.

- Harrigan, W.F. Laboratory methods in food microbiology. 3^a ed. 532p. Academic Press: San Diego, 1998.
- Khurana, S Pulmonary aspergillosis, part 1: Allergic disease and mycetomas; recognizing the pattern of illness is key. *Journal of Respiratory Diseases*. 2002.
- Koppen. W. Dasa geographi SC system der klimate. In: *Handbuch der klimatologia*. Berlin. Gerdrulier Borntraeger, v. 1. Part c. 1936.
- Larry, D.J.; Steve, P.; William, G.B. Troubleshooting swine ventilation systems. Purdue University Cooperative Extension Service, Pork Industry Handbook, PIH-84, 1994. 6p.
- Leal, P.M.; Nãas I.A. Ambiência animal. In: Cortez, L.A.B. Magalhães, P.S.G. (Org.). *Introdução à engenharia agrícola*. Campinas, SP: UNICAMP. 1992. p.121-135.
- Le Dividich, J. Performance du porc en croissance-finition en relation avec le milieu climatique. França: *Journêe Nationale de Porc*, 1982.
- Mabitt, L. A.; Davis, F. L.; Law, B. A.; Marshall, V. M. Microbiology of milk and milk products. In: *Essays in Agricultural and Food Microbiology*, Norris, J.;R.; Pettipher, G.;L. (eds), New York: p.135-166, 1987.
- NR-15- Brasil. Ministério do trabalho, Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho. In: *Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho*, 33^a ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523p.
- Nãas, I.A. A influência do meio ambiente na reprodução das porcas. In: 5o Seminário Internacional de Suinocultura, São Paulo-SP. In: *Anais...27 e 28 de setembro de 2000*, p. 142– 151.
- Ni, J-Q.; Heber, A.J.; Diehl, C.A.; Lim, T.T.; Duggirala, R.K.; Haymore, B.L. Hydrogen sulphide emission from two large pig-finishing buildings with long-term highfrequency measurements. *Journal of Agricultural Science*, v.138, p.227-236, 2002.
- Orlando, U.A.D. Nível de proteína bruta da ração e efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de leitoas em crescimento. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa UFV. 2001. 77p. Dissertação Mestrado
- Pickrell, J. Hazards in confinement housing - gases and dusts in confined animal houses for swine, poultry, horses and humans. *Vet Hum Toxicol*, v.33, n.1, p.32-39, 1991
- Romanini, C.E.B.; Nãas, I. A. Determinação da influência do ambiente nos níveis de ruídos em dois tipos de creche de suínos In: *Congresso Interno de Iniciação Científica*, 11, 2003, Campinas. *Anais... Campinas: UNICAMP, Pró-Reitoria de Pesquisa*, 2003, v.1, p.160-160.

Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

SAEG-Sistema para Análise Estatística e Genética. Fundação Artur Bernardes, V.5.0/1993. UFV-MG Reg. 07517-5 .

Sampaio, C.A.P. Caracterização dos sistemas térmicos e acústicos em sistemas de produção de suínos nas fases de creche e terminação. Campinas, 2004.121p.Tese Doutorado

Sampaio, C.A. P; Nããs, I.de A.; Salgado, D.D.; Queirós, M.P.G. Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.4, p.436–440, 2007.

Saliba, T.M.; Corrêa, M.A.C. Manual prático de avaliação e controle de gases e valores- PPRA. São Paulo: Ed. LTR, 2000. 132p

Sartor, V.; Baêta, F.da C.; Tinoco, I. de F.F.; Luz, M.L. Efeito do resfriamento evaporativo no desempenho de suínos em fase de terminação. Revista de Engenharia Agricultura, v.11, n. 1-4, 2003.

Teixeira, M.F.A.; Assis, PG.; Oliveira, LCL. Pneumonia de hipersensibilidade crônica: análise de 8 casos e revisão de literatura. Jornal de Pneumologia, v. 8 n. 3, 2002.

Tizard, I.R. Imunologia Veterinária. São Paulo: Roca, 1998, 5ª edição. 546p.

Turco, S.H. N. Modificações das condições ambientais de verão em maternidade de suínos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa UFV. 1993. 59p. Dissertação Mestrado.

Weary, D.M.; Appleby, M.C.; Fraser, D. Responses of piglets to early separation from the sow. Applied Animal Behaviour Science, v.63, n.4, p.289-300, 1999.

Anexos

Anexo- Capítulo II

Anexo1. Resumo da análise de variância do ambiente térmico no interior do galpão de maternidade

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		UR (%)	TA (°C)	ITGU
Horas (H)	(5)			
Efeito linear	1	629,997**	3663,183**	3458,303**
Efeito quadrático	1	1183,654**	17087,750**	433,114**
Falta de ajuste	5	3,596*	212,176**	36,829**
Resíduo	506	1,634749	52,79787	3,171393
CV (%)		5,23	11,25	2,31

* Significativo a 5% de probabilidade.

** Significativo a 1% de probabilidade.

NS não significativo

Anexo-Capítulo III

Anexo 1. Resumo da análise de variância do ambiente térmico no interior do galpão de creche e terminação nas estações chuvosa e seca.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		TA (°C)	ITGU (°C)	UR (%)
Est (E)	1	2221,090**	639,661**	29734,850**
Horas (H)	10	157,848**	165,002**	3497,341**
E x H	10	1,898046 ^{NS}	18,464**	234,886 ^{NS}
E1				
Efeito linear	1	658,577**	458,198**	6645,946**
Efeito quadrático	1	629,014**	288,673**	8833,238**
Falta de ajuste	5	1,465 ^{NS}	23,157**	78,368 ^{NS}
E2				
Efeito linear	1	250,575**	399,286**	5464,631**
Efeito quadrático	1	249,482**	458,299**	14082,610**
Falta de ajuste	5	0,708 ^{NS}	2,932 ^{NS}	22,232 ^{NS}
Resíduo		6,032378	9,522632	297,6850
CV (%)		8,03	3,39	22,79

NS e ** = Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste de F.

Anexo2. Equações de regressão para o conforto ambiental interno em função das observações horárias (H) em cada período: chuvoso e seco em cada tratamento (T): creche e terminação.

Período	Tratamento	Equação	R ²
Chuvosa	Horas (TA)	$\hat{y} = -1,4958 + 3,9438x - 0,1468x^2$	0,97
Seca	Horas (TA)	$\hat{y} = 6,0584 + 3,4061x - 0,1271x^2$	0,96
Chuvosa	Horas (ITGU)	$\hat{y} = 59,952 + 2,7375x - 0,0995x^2$	0,83
Seca	Horas (ITGU)	$\hat{y} = 51,233 + 4,5834x - 0,1723x^2$	0,93
Chuvosa	Horas (UR)	$\hat{y} = 151,59 - 14,54x + 0,5503x$	0,93
Seca	Horas (UR)	$\hat{y} = 194,6 - 24,579x + 0,9549x^2$	0,99