

# Amônia, gás sulfídrico, metano e monóxido de carbono na produção de suínos<sup>1</sup>

*Ammonia, hydrogen sulfide, methane and carbon monoxide in swine production*

Carlos Augusto de Paiva Sampaio<sup>2</sup>, Irenilza de Alencar Nääs<sup>3</sup>, Douglas D'alessandro Salgado<sup>4</sup>

Recebido em 26/08/2005; aprovado em 02/03/07.

## RESUMO

Informações sobre gases e seus efeitos no bem-estar do animal e do trabalhador em sistemas de produção de suínos para as condições brasileiras são escassas. Este trabalho possui os seguintes objetivos: avaliar amônia (NH<sub>3</sub>), sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), metano (CH<sub>4</sub>) e monóxido de carbono (CO) e estimar os riscos de exposição ocupacional na produção de suínos nas fases de creche e terminação. Os resultados mostraram que as concentrações médias de H<sub>2</sub>S e CO ficaram abaixo de 1 ppm e de CH<sub>4</sub> foram inferiores a 0,1% em volume no ar, não ultrapassando os limites recomendados pelas normas para os animais e ao trabalhador. Foram observadas diferenças (P < 0,05) nas concentrações médias de NH<sub>3</sub> em relação aos horários, às instalações e aos períodos avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** produção de suínos, amônia, gás sulfídrico, monóxido de carbono, metano.

## SUMMARY

Information about gases concentrations and their effects on animal and human's welfare in swine confinement production systems are scarce in Brazil. The objectives of this research were to evaluate the air quality (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub> and CO) and to estimate the worker occupational risk exposition at growing and finishing commercial swine production facilities. The results showed that average concentrations of H<sub>2</sub>S, CO and CH<sub>4</sub> were lower than 1 ppm, smaller than 1 ppm, and lower than 0.1% by volume, respectively.

Such concentration levels are not dangerous to animals and workers health according to the recommended norms. The average concentration of NH<sub>3</sub> was significantly affected (P < 0.05) by the feeding schedule, installation type and evaluated period.

**KEY WORDS:** swine production, ammonia, hydrogen sulfide, methane, carbon monoxide.

## INTRODUÇÃO

A produção intensiva de animais tem como objetivo principal a transformação dos alimentos em carne, leite, ovos, etc. Porém, o processo produtivo gera sub-produtos, como os dejetos, que podem provocar impactos ambientais na qualidade do ar, água e do solo, e conseqüentemente aos próprios animais e ao homem, pois possuem alta capacidade de poluição, seja na forma sólida, líquida ou gasosa. As perdas econômicas em função destes danos não são desprezíveis e recaem primeiramente sobre os produtores devido aos gastos com medicamentos, redução no desenvolvimento e mortalidade dos animais e, mais adiante da cadeia produtiva, sobre a indústria animal, pela condenação de carcaças.

Iversen e Takai (1980) descrevem que a exposição a agentes ambientais do ar pode desencadear o aparecimento de doenças alérgicas e respiratórias com efeitos tóxicos diretos, sendo que doenças respiratórias em suínos e nos trabalhadores são causadas principalmente pela amônia, sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono, monóxido de carbono e poeira provenientes do alimento e do

<sup>1</sup> Parte da tese do primeiro autor. Trabalho de pesquisa financiado pela FAPESP, CNPq e CAPES.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola. Professor Adjunto do CAV/UEDESC, Lages/SC. [a2caps@cav.udesc.br](mailto:a2caps@cav.udesc.br).

<sup>3</sup> Engenheira Civil. Professora Titular da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp. [irenilza@agr.unicamp.br](mailto:irenilza@agr.unicamp.br).

<sup>4</sup> Estatístico. Pós-graduando em Engenharia Agrícola da Unicamp.

esterco.

Takai et al. (1998) descrevem que há uma relação direta entre a concentração de gases e o clima, sendo também uma função direta da ventilação que por sua vez é afetada por fatores como temperatura dentro e fora do prédio, geometria do mesmo, número de animais alojados, manejo, dentre outros fatores de menor importância. Estas relações explicam a complexidade da situação e mostram como a emissão de gases pode ser afetada.

Segundo a Commission Internationale du Génie Rural (CIGR, 1994), os gases originam-se da respiração dos animais e de outras fontes, como pela decomposição microbiana de urina e fezes, que é afetada pela temperatura, pH e atividade água da massa de excrementos. As recomendações da CIGR (1994) para a concentração de amônia, gás sulfídrico e monóxido de carbono ao nível dos suínos são de 20 ppm, 0,5 ppm e de 10 ppm, respectivamente.

Chang et al. (2001) mediram as concentrações de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{CO}_2$  em instalações de creche e terminação de suínos. Verificaram que as concentrações de  $\text{H}_2\text{S}$  foram inferiores a 1 ppm, as concentrações de  $\text{NH}_3$  e de  $\text{CO}_2$  foram mais altas na terminação do que na creche, constatando-se grande dispersão nas medidas e concluíram que em instalações abertas, a presença de poluentes é minimizada pelas características construtivas, resultando em menores concentrações quando comparadas às instalações fechadas.

Schmidt et al. (2002) avaliaram as concentrações de  $\text{NH}_3$  e de  $\text{H}_2\text{S}$  em unidades de confinamento de suínos na fase de terminação, nos períodos de verão e inverno. A instalação tinha orientação leste-oeste, cortina lateral, ventilação mecânica de inverno para retirada dos gases do fosso e ventilação natural de verão. Verificaram-se grandes variações nas medidas e, durante o verão, a ventilação natural empregada principalmente com objetivos térmicos, favoreceu a dispersão e a menor concentração dos agentes avaliados.

### **Amônia ( $\text{NH}_3$ )**

Gás incolor, de odor acre (normalmente detectada pelo homem em concentração ao redor de 20 ppm), tóxico e mais leve que o ar. É um poluente resultante da decomposição microbiana de compostos

nitrogenados excretados, no caso de suínos, a uréia existente na urina destes animais é a principal fonte, e emitida na sua forma volátil para o ar. Possui alta solubilidade em água.

Barker et al. (2002) descrevem que suínos expostos a 50 ppm de  $\text{NH}_3$  já se verifica redução no seu desempenho, além da possibilidade de ocasionar doenças respiratórias; a 100 ppm ocorre também espirros, salivação e perda de apetite e acima de 300 ppm, ocasiona irritação no sistema respiratório e convulsões. Drummond et al. (1980) encontraram redução no ganho de peso diário de 12, 30 e 29% (0,434, 0,345 e 0,346 kg/dia) e inflamação na traquéia em suínos jovens ( $8,4 \pm 0,26$  kg) expostos durante quatro semanas às concentrações de 50, 100 e 150 ppm de  $\text{NH}_3$ , respectivamente, quando comparados com os suínos do grupo mantidos sob controle (0,491 kg/dia). Concluíram que  $\text{NH}_3$  a partir de 50 ppm já afeta negativamente o desenvolvimento dos suínos.

### **Gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ )**

Gás incolor de odor forte, tóxico, mais denso que o ar e tem como principal fonte a decomposição anaeróbia dos excrementos. Pode causar sérios danos à saúde humana e dos animais, estando relacionado à redução de desenvolvimento dos animais. Sua concentração nas edificações para animais é inferior ao  $\text{NH}_3$  e está mais presente nas edificações que fazem armazenamento do dejetos sob o piso. Seu odor característico já é detectado a partir 0,01 ppm (VERSTEGEN et al., 1994).

Ni et al. (2002) descrevem que o  $\text{H}_2\text{S}$  possui odor característico e desagradável mesmo em baixa concentração, o que tem levado alguns estados americanos a determinar as concentrações limites nas propriedades de animais situadas ao redor das cidades. Le Dividich (1982) descrevem que o  $\text{H}_2\text{S}$  na concentração entre 50 a 200 ppm ocasiona perda do apetite, fotofobia, vômitos e diarreia aos animais.

### **Metano ( $\text{CH}_4$ )**

Gás incolor, não tem cheiro, cor ou sabor, mais leve que o ar, possui baixa toxicidade, produzido principalmente em processos de fermentação do dejetos e oferece mais risco de explosão do que danos à saúde, porém, em níveis extremos pode ser asfixiante (acima de 500000 ppm) (CIGR, 1994).

Childers et al. (2001) mediram a emissão de  $\text{CH}_4$  provenientes do entorno das instalações de suínos e de lagoa de tratamento de dejetos, situadas na região leste de Carolina do Norte (USA). Verificaram que no entorno das instalações, a concentração foi de apenas  $2,70 \pm 0,06$  ppm, enquanto que próximo a lagoa, as concentrações variaram de  $2,27 \pm 0,06$  ppm a  $11,02 \pm 9,69$  ppm, sendo as lagoas de tratamento de dejetos fontes em potencial de  $\text{CH}_4$ .

### Monóxido de carbono (CO)

Gás inodoro, incolor e menos denso que o ar, poluente local e que se forma toda vez que o carbono é queimado com insuficiência de oxigênio ( $\text{O}_2$ ). É considerado um asfixiante químico que tem uma afinidade química com a hemoglobina superior ao oxigênio ( $\text{O}_2$ ), impedindo o transporte deste, podendo causar lesões ao sistema nervoso, cefaléias e a paralisção de membros. Segundo a CIGR (1994), são reportados casos em que o CO causou morte em suínos adultos na concentração em torno de 4000 ppm e em frangos de corte na concentração de 2000 ppm. Barker et al. (2002) descrevem que suínos expostos entre 200-250 ppm de CO ficam menos ativos e acima de 1500 ppm determina abortos, natimortos e redução no desenvolvimento de suínos jovens.

### Gases na Saúde Ocupacional

Gustafsson (1997) descreve que a alta concentração de  $\text{NH}_3$  causa irritação no sistema respiratório e nos olhos e que o  $\text{H}_2\text{S}$ , principalmente nas instalações que usam fosso para armazenamento dos dejetos trazem maiores preocupações, pois acima de 200 ppm, pode ser letal ao ser humano, porém removidos os dejetos, esta concentração normalmente fica abaixo de 0,5 ppm.

Barker et al. (2002) descrevem que na exposição entre 6 a 20 ppm de  $\text{NH}_3$  ou superior, verifica-se irritação nos olhos e problemas respiratórios; a 400 ppm por 1 hora ocasiona irritação nos olhos, nariz e garganta; a 5000 ppm ocorre espasmos respiratórios e rápida sufocação e a 10000 ppm pode ocasionar a morte. As respostas fisiológicas do ser humano na exposição ao  $\text{H}_2\text{S}$  são: entre 0,01 a 0,7 ppm já se detecta o odor característico, a 10

ppm causa irritação nos olhos, entre 50 - 100 ppm por 1 hora causa irritação nos olhos e no trato respiratório, entre 500 - 600 ppm causa náusea, insônia, inconsciência e pode ser fatal após 30 min e, níveis entre 700 - 2000 ppm ocorre paralisia respiratória podendo seguir de morte.

Com relação ao CO, Ottaway (1982) descreve que na exposição por um certo período de tempo em concentração acima de 10 ppm produz sinais de envenenamento, pois há interferência com o transporte de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) pelo sangue. Barker et al. (2002) descrevem que na exposição a 50 ppm por 8 horas, ocorre fadiga e cefaléia; a 500 ppm por 3 horas, a dor de cabeça torna-se crônica, ocorrendo ainda náusea e perda de raciocínio; a 1000 ppm por 1 hora ocasiona convulsões e estado de coma se a exposição prolongar e a 4000 ppm ou acima, pode ocasionar a morte.

A NR-15 (1978) é a Legislação vigente no país referente a agentes químicos e de acordo com esta norma, o limite de tolerância (LT) para  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e CO é de 20 ppm, 8 ppm e 39 ppm, respectivamente. Para estes agentes, os limites de tolerância podem ser excedidos desde que a concentração média ponderada na jornada de trabalho seja inferior ao limite de tolerância fixado, e desde que não seja ultrapassado o valor máximo de 30 ppm, 16 ppm e 58,5 ppm para  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e CO, respectivamente. O  $\text{CH}_4$  é considerado asfixiante simples e não possuem LT, pois o fator limitante é o oxigênio disponível, sendo que em presença desta substância, a concentração mínima deverá ser de 18 % em volume.

Informações sobre gases nos sistemas de produção de suínos e seus efeitos sobre o bem-estar do animal e do trabalhador para as condições brasileiras são escassas, pois estes estudos em sua grande maioria, são relacionados a países de clima temperado, onde as instalações são fechadas e o resultado final do ambiente difere das condições brasileiras, além do fator clima e manejo a ser considerado.

Este trabalho tem como objetivos avaliar as concentrações de amônia ( $\text{NH}_3$ ), de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), de metano ( $\text{CH}_4$ ), de monóxido de carbono (CO) e de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e estimar os riscos da exposição ocupacional a estes agentes ambientais em instalações para creche e terminação de suínos e

para as condições de verão e inverno.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nas instalações para as fases de creche e terminação de duas granjas (G1 e G2) de ciclo completo de produção de suínos, durante o verão e inverno de 2003, com controle térmico e higiênico nas edificações realizado com ventilação natural e entorno formado basicamente por grama. As instalações localizam-se na região de Salto-SP, situada a uma latitude de 23°12'10" sul, longitude 47°17'35" oeste e altitudes de 521 m e de 555 m, respectivamente, com vento externo predominante na direção NO - SE. O clima predominante da região, de acordo com Köppen é Cwa (clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente).

Na G1 havia em cada unidade um funcionário responsável, sendo o turno de trabalho de 07:00 às 11:00 horas e das 12:30 às 16:30 horas, de segunda a sexta, e no sábado de 07:00 às 11:00 horas. O arraçamento na fase de creche e na fase de terminação era realizado manualmente nos seguintes horários: às 7:15, 9:00, 10:30, 12:30 e 15:00 horas, com a ração sendo colocada no cocho e umedecida em seguida, sendo no último trato oferecida às 16:30 h na forma seca.

Na G2 havia em cada unidade um funcionário responsável, sendo o turno de trabalho de 07:00 às 11:00 horas e das 12:00 às 17:00 horas, de segunda a sexta, e metade dos trabalhadores no sábado e domingo no mesmo turno horário, em rodízio para folga. O arraçamento na fase de creche era realizado manualmente nos seguintes horários: às 7:15, 9:00, 10:30, 12:00 e 15:00 horas, com a ração sendo colocada no cocho e umedecida em seguida, sendo no último trato oferecida às 16:00 h na forma seca. Na fase de terminação, era realizado manualmente nos seguintes horários: às 7:15, 10:00 e 12:30 horas, com a ração sendo colocada no cocho e umedecida em seguida, sendo no último trato oferecida às 16:00 h na forma seca.

### Creche

Na G1, a edificação possuía orientação leste-oeste, paredes de alvenaria, pilares de concreto

armado, pé-direito no beiral de 2,30 m, telhado de duas águas com lanternim com cobertura de telhas de fibrocimento, beiral de 0,85 m, piso cimentado e corredor. A edificação era formada por quatro salas separadas entre si por paredes de alvenaria, sendo que cada sala era formada por duas baias separadas por parede na altura de 1,0 m e  $A_{\text{pisosala}} = 173,00 \text{ m}^2$ . Os fechamentos laterais eram de alvenaria na altura de 1,00 m com cortina até o frechal da treliça para controle ambiental. A limpeza das baias era realizada diariamente pela manhã com a raspagem do piso. A lavagem do piso era realizada na entrada de um novo lote de animais sendo a água com dejetos conduzida para lagoa de estabilização.

A sala utilizada para as medidas possuía 360 suínos perfazendo 0,48 m<sup>2</sup>/animal. No período de verão, a sala alojava suínos com peso médio de 15,20 kg, perfazendo 31,62 kg/m<sup>2</sup>piso. No período de inverno, a sala alojava suínos com peso médio de 17,70 kg, perfazendo 38,39 kg/m<sup>2</sup>piso.

Na G2, a edificação possuía orientação leste-oeste, paredes de alvenaria, pilares de concreto armado, pé-direito no beiral de 2,35 m, telhado de duas águas com lanternim com cobertura de telhas de barro, beiral de 0,35 m, piso cimentado e corredor. A edificação era formada por salas separadas por paredes de alvenaria. Cada sala era formada por 14 baias de 2/3 cimentado e 1/3 piso plástico perfurado, separadas entre si por parede na altura de 0,68 m e com uma  $A_{\text{pisosala}} = 61,25 \text{ m}^2$ . Os fechamentos laterais eram de alvenaria na altura de 1,55 m com cortina até o frechal da treliça para controle ambiental. A limpeza das baias era realizada diariamente pela manhã com raspagem e lavagem do piso, sendo a água utilizada mais dejetos encaminhados para a lagoa de estabilização.

A sala utilizada para as medidas possuía 140 leitões ocupando 0,36 m<sup>2</sup>/animal. No período de verão, a sala alojava suínos com peso médio de 22,73 kg, totalizando 51,95 kg/m<sup>2</sup>piso. No período de inverno, a sala alojava suínos com peso médio de 20,26 kg, perfazendo 46,31 kg/m<sup>2</sup>piso.

As concentrações dos gases, a temperatura bulbo seco e a velocidade de vento foram medidas a 1,5 m do piso e ao nível dos animais (0,95 m, aproximadamente). As variáveis climáticas externas (temperatura e velocidade do vento) foram medidas

no lado sul da instalação.

### Terminação

Na G1, a edificação possuía orientação leste-oeste, estrutura de madeira, pé-direito no beiral de 2,00 m, telhado de duas águas com cobertura de telhas de fibrocimento correspondendo a 2/3 da área do telhado, beiral de 0,10 m, corredor de serviço de piso elevado e piso cimentado. Possuía 120 m de comprimento por 25,10 m de largura e era formada por oito baias de  $A_{\text{pisobaia}} = 324,00 \text{ m}^2$ . A limpeza das baias era realizada diariamente pela manhã com a raspagem do piso. A lavagem do piso era realizada uma vez por semana (aos sábados), com o material (água, fezes, urina, ração, etc.) conduzido para a lagoa de estabilização.

As medidas foram realizadas na parte central da instalação que alojava em média 200 animais por baia, perfazendo  $1,62 \text{ m}^2/\text{animal}$ . No período de verão, a instalação alojava 1.600 animais com peso médio de 75 kg, perfazendo  $46,29 \text{ kg/m}^2/\text{piso}$ . No período de inverno, a instalação alojava 950 animais com peso médio de 70 kg, com as baias centrais sendo ocupadas por 200 animais, perfazendo  $43,21 \text{ kg/m}^2/\text{piso}$ .

Na G2, a edificação possuía orientação leste-oeste, estrutura metálica, pé-direito no beiral de 3,20 m, telhado de duas águas com cobertura de telhas de fibrocimento, beiral de 0,25 m, piso e corredor cimentado. Possuía 112,50 m de comprimento e 12,50 m de largura, quarenta e nove baias com  $A_{\text{pisobaia}} = 24,20 \text{ m}^2$ , separadas entre si por paredes na altura de 1,10 m e cortina para controle ambiental. No fundo das baias existia uma depressão formando uma lâmina de água e a limpeza das baias consistia no esgotamento da lâmina de água.

As medidas foram realizadas no centro da instalação que continha em média 25 suínos por baia, perfazendo  $0,97 \text{ m}^2/\text{animal}$ . No período de verão, a instalação alojava 1.175 animais, com peso médio de 70 kg, perfazendo  $58,49 \text{ kg/m}^2/\text{piso}$ . No período de inverno, a instalação alojava 950 animais, com peso médio de 70 kg, perfazendo  $47,28 \text{ kg/m}^2/\text{piso}$ .

As concentrações dos gases, a temperatura bulbo seco e a velocidade do vento foram medidas a 1,5 m do piso no corredor central no centro geométrico da instalação e ao nível dos animais (1,20 m,

aproximadamente), no interior da baia. As variáveis climáticas externas (temperatura e velocidade do vento) foram medidas no lado sul da instalação.

### Medidas

As temperaturas de bulbo seco e a umidade relativa do ar foram obtidas em intervalos de 30 minutos com o Monitor de Estresse Térmico Questemp 34. As velocidades de vento interno ( $V_{\text{int}}$ ) e externo ( $V_{\text{ext}}$ ) foram obtidas em intervalos de 30 minutos com o higrómetro HTA 4.2000 Pacer. As concentrações de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{O}_2$  foram realizadas por amostragem em intervalos de 10 minutos, utilizando o Analisador Multigás Multilog 2000 Quest.

### Análise estatística

A comparação dos ambientes quanto à concentração de amônia, foi usado o delineamento experimental em fatorial  $2 \times 4 \times 2 \times 6$  representando as estações (E.: verão, inverno), galpões (G: G1c, G2c, G1t e G2t, correspondente às instalações de creche e terminação das granjas 1 e 2), alturas (A: 1,5 m e ao nível dos animais) e horários (H: 7:00 - 8:00, 8:30 - 9:30, 9:30 - 10:30, 11:30 - 12:30, 14:30 - 15:30 e 16:00 - 17:00) e três repetições (dias). Outros gases foram comparados pela estatística descritiva. As formas de condução dos processos (manejo), que são repetitivos, não sofreram nenhuma interferência e serviram de base para as comparações e inferências estatísticas.

Na análise de variância foi empregado o teste "F" e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa SAS (Statistical for Analysis System) para as análises.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento do vento interno nas instalações de creche e terminação é mostrado na Figura 1. Nota-se que a velocidade do vento interno foi muito irregular e na grande parte do tempo nula, devido a barreira existente, não interferindo, basicamente, na emissão e concentração dos gases nas instalações.

As concentrações médias de  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$  e

de  $O_2$  são mostradas na Tabela 1. Verifica-se que as concentrações de  $H_2S$  foram inferiores a 1 ppm, correspondendo ao limite de resolução do instrumento de medida, não se revelando problemas em instalações abertas como verificaram também Chang et al. (2001) e inferiores quando comparadas com as obtidas em instalações fechadas (NI et al. 2002). As concentrações de CO foram inferiores a 1 ppm e de  $CH_4$  inferior a 0,1% em volume na mistura com o ar, correspondendo ao limite de resolução do instrumento de medida e estando de acordo com o que descrevem Ni et al. (2002), Gustafsson (1997) e Le Dividich (1982).

As concentrações médias de  $H_2S$ ,  $CH_4$  e de

CO estão dentro dos limites recomendados pela CIGR (1994) para os animais e dos limites recomendados pela NR-15 (1978) para o trabalhador.

Os valores de  $O_2$  se mantiveram constantes no patamar de 21%, situando-se dentro da condição de salubridade. A presença de  $O_2$  em nível adequado pode ser considerado um indicativo de que não há risco nos ambientes quanto à presença dos gases asfixiantes (NR-15, 1978).

Os teores médios de  $NH_3$  a 1,5 m do piso e ao nível dos animais (AA) nas instalações de creche e terminação das granjas G1 e G2 e a análise de significância, são mostrados na Tabela 2.

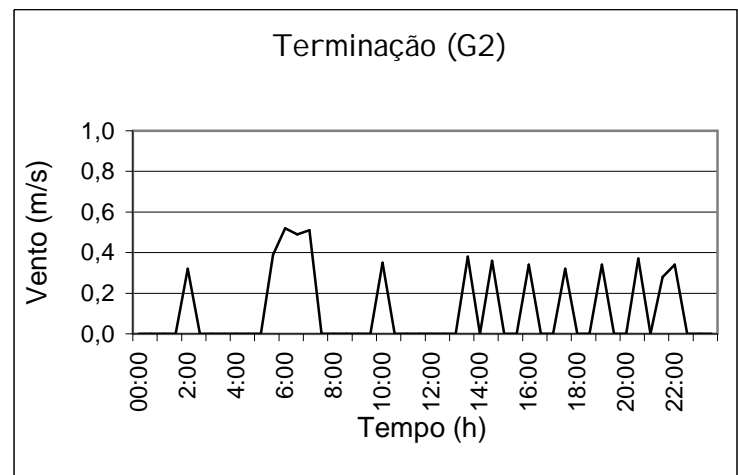
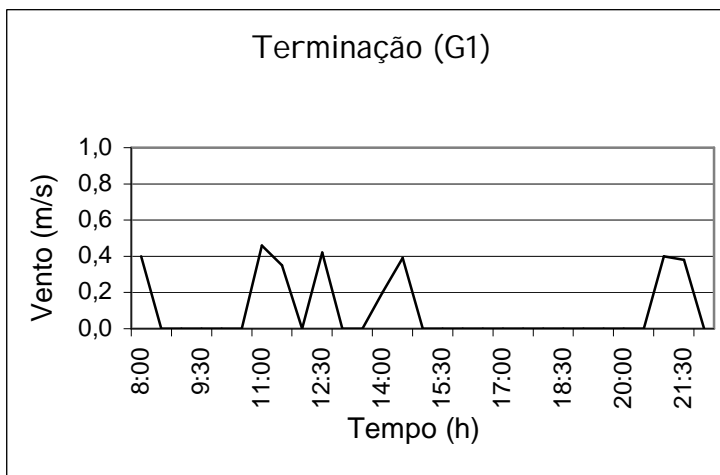
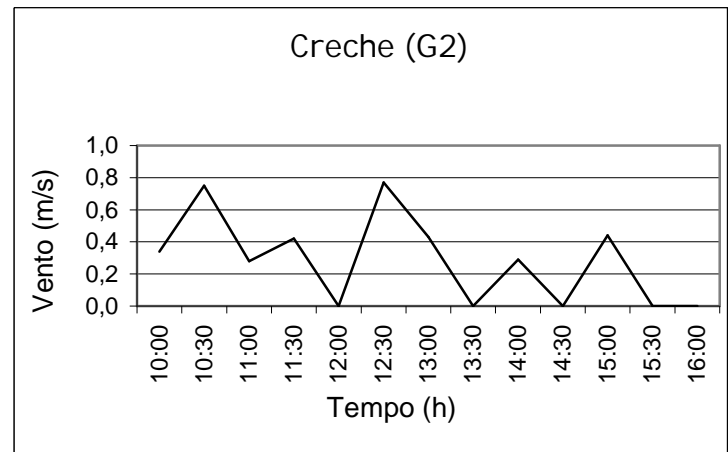
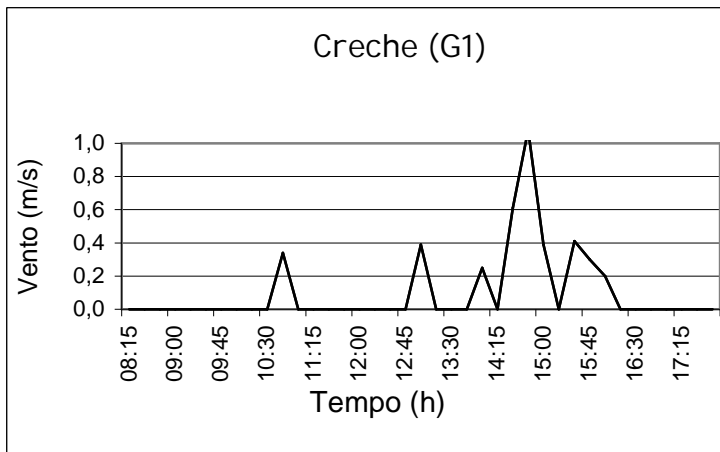


Figura 1- Comportamento médio da velocidade do vento interno nas instalações para creche e terminação.

Tabela 1- Concentração média de H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, CO e O<sub>2</sub> nas instalações para creche e terminação de suínos das granjas G1 e G2.

Gases	Horários/Concentração					
	7:00 - 8:00	8:30 - 9:30	9:30 - 10:30	11:30 - 12:30	14:30 - 15:30	16:00 - 17:00
H <sub>2</sub> S (ppm)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
CO (ppm)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
CH <sub>4</sub> (%)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
O <sub>2</sub> (%)	21	21	21	21	21	21

Tabela 2 - Valores médios de amônia (NH<sub>3</sub>) nas instalações de creche e terminação, para as condições de verão e inverno.

Altura	Instalação: Creche											
	Horários/Concentração, ppm											
	7:00-8:00		8:30-9:30		9:30-10:30		11:30-12:30		14:30-15:30		16:00-17:00	
1,5/AA(G1)	0,5c*	7,6bc*	0,5c	8,1bc	0,9c	4,1c	2,7c	6,7bc	7,9bc	20,2ab	12,2bc	26,0a
1,5/AA(G2)	6,4bc	0,5c	7,0bc	0,5c	8,0bc	0,9c	4,0c	2,9c	10,3bc	8,5bc	13,3bc	14,1bc
T <sub>méd</sub> (°C)	23,0	19,0	23,5	19,0	24,5	23,0	25,0	24,0	27,0	26,0	26,5	24,5
UR <sub>méd</sub> (%)	92,0	80,0	90,5	74,0	88,0	60,0	81,0	57,0	72,5	59,0	75,5	52,0

Instalação: Terminação												
1,5/AA(G1)	0,5d	0,5d	0,5d	0,5d	0,5d	1,2d	1,2d	7,0bcd	7,0bcd	20,5abc	8,2bcd	28,1a
1,5/AA(G2)	0,5d	0,5d	0,5d	0,5d	0,5d	1,2d	0,7d	5,6d	4,2d	21,5ab	6,6cd	30,3 <sup>a</sup>
T <sub>méd</sub> (°C)	23,0	19,5	23,5	19,0	24,5	22,5	25,0	23,8	27,0	26,0	26,5	25,3
UR <sub>méd</sub> (%)	92,0	80,0	90,5	74,0	88,0	60,0	81,5	57,0	72,5	46,5	75,5	52,5

\* Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Verão = valores à esquerda; Inverno = valores à direita.

Nas instalações para creche, nota-se que não houve diferença significativa na concentração de NH<sub>3</sub> para as condições de verão, mas esta diferença foi significativa para as condições de inverno (Figura 2). Pode-se verificar na Figura 3 que os teores de NH<sub>3</sub> foram mais altos no inverno, resultados obtidos também por Schmidt et al. (2002), devido principalmente às condições de clima local e ao manejo de inverno. Percebe-se também que o teor de NH<sub>3</sub> oscilou significativamente durante o dia (SCHMIDT et al., 2002 e CHANG et al., 2001), havendo um aumento no período da tarde, coincidindo com as horas mais quentes do dia, situação resultante do acúmulo de dejetos e conseqüentemente, da maior atividade de microorganismos (CIGR, 1994).

Os teores de NH<sub>3</sub> para as condições de verão foram mais altos, na maior parte do tempo, na G2 do

que na G1, fato resultante principalmente pelo tipo da instalação, enquanto que para as condições de inverno, os teores de NH<sub>3</sub> foram mais altos na G1 do que na G2, basicamente em todos os horários, condição resultante principalmente do manejo das cortinas para aquecimento do ar interno. Este é um caso típico relacionado à falta de atenção para a questão da ventilação sanitária nas instalações de creche, onde o receio do excesso de frio sobre os suínos jovens leva à quase ausência de ventilação mínima sanitária e, conseqüentemente, a teores mais altos de NH<sub>3</sub>.

Nas instalações para terminação, nota-se que houve diferença significativa na concentração de NH<sub>3</sub> entre os horários para as condições de verão e inverno. Pode-se verificar na Figura 3 que o teor de NH<sub>3</sub> foi mais alto no inverno, resultados obtidos

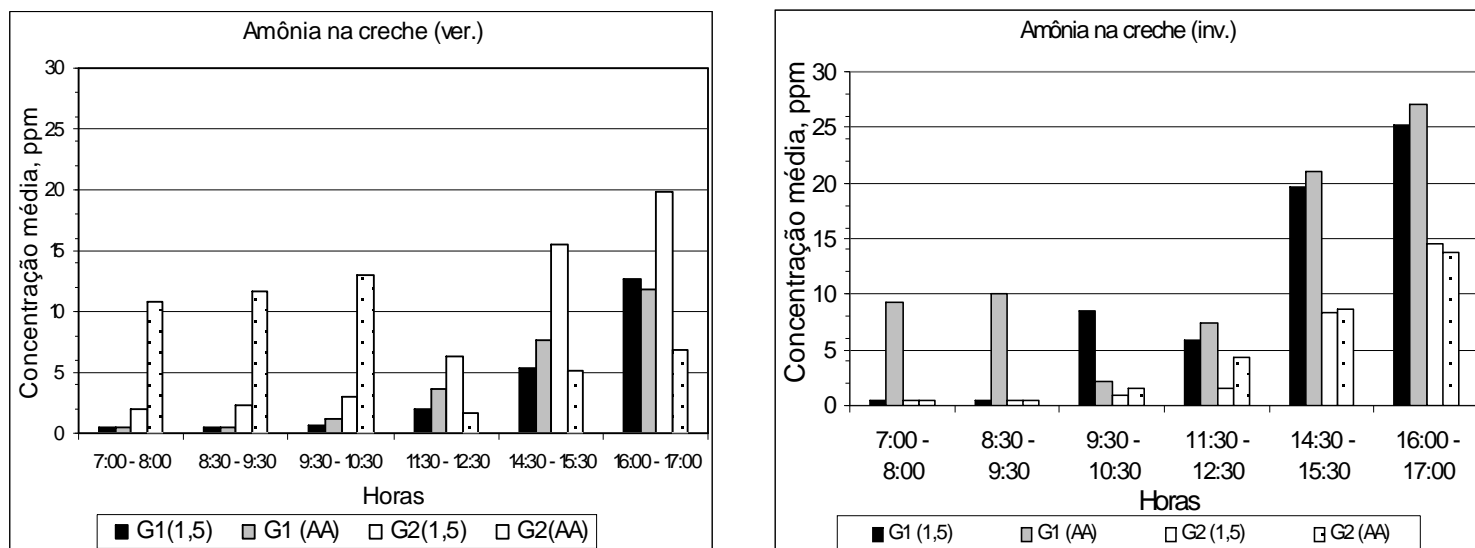


Figura 2 - Teor de  $\text{NH}_3$  nas instalações para creche, para as condições de verão e inverno.

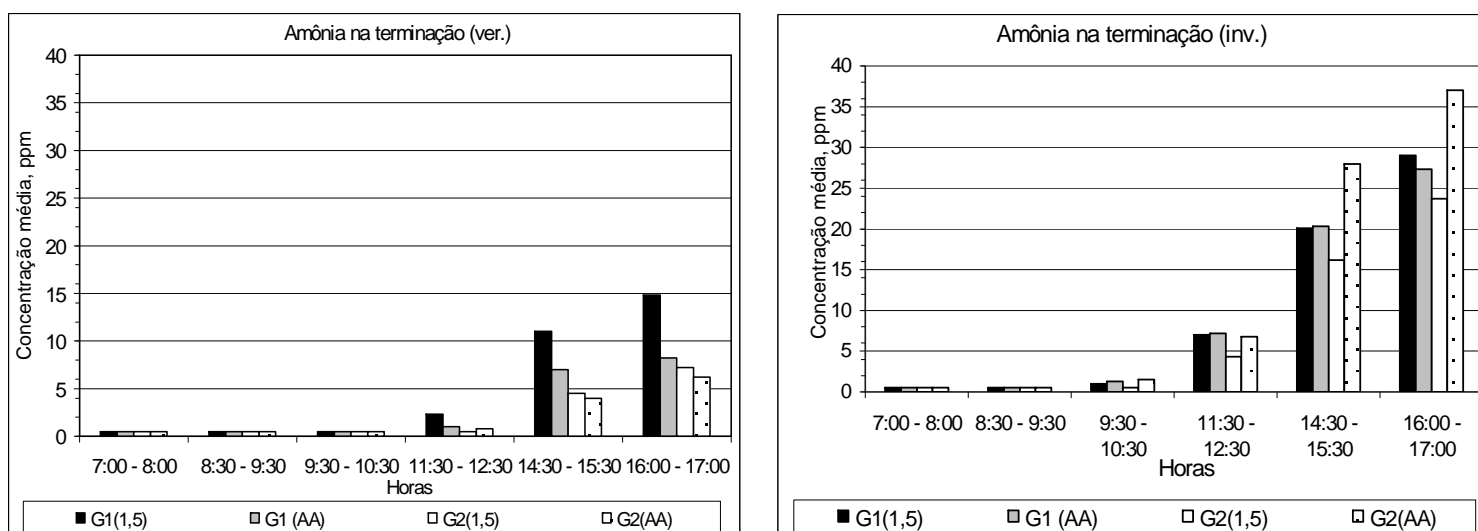


Figura 3 - Teor de  $\text{NH}_3$  nas instalações para terminação, nas condições de verão e inverno.

também por Schmidt et al. (2002), devido principalmente às condições de clima local e ao manejo de inverno.

Os teores de  $\text{NH}_3$  no verão nas G1 e G2 não foram muito diferentes, embora houvesse uma maior concentração na G1, e isto pode estar relacionada à existência de lâmina d'água na G2 e com maior presença dos animais neste local. Para as condições de inverno, as concentrações nas G1 e G2 também não foram muito diferentes, embora houvesse uma maior concentração na G2, relacionado a uma menor presença dos animais na lâmina d'água.

Os teores médios de  $\text{NH}_3$ , na maior parte do

tempo, não superaram 20 ppm, a partir dos quais começam a afetar o desempenho dos suínos (CIGR, 1994), porém este limite apontado como prejudicial, foi excedido em alguns horários da tarde e, principalmente, no inverno. A mesma análise pode ser feita no aspecto de salubridade, em que teores a partir de 20 ppm começam a ser prejudiciais ao ser humano (NR-15, 1978).

## CONCLUSÕES

As concentrações de sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e de monóxido de carbono (CO) foram



inferiores a 1 ppm, a concentração de metano (CH<sub>4</sub>) foi inferior a 0,1% em volume e o nível de oxigênio (O<sub>2</sub>) ficou em 21% na média. As concentrações destes gases não superaram os limites estabelecidos pelas normas, podendo-se considerar o ambiente salubre.

A concentração de amônia (NH<sub>3</sub>) mostrou ser resultado de complexas interações e, na maior parte do tempo, o teor médio não ultrapassou os limites de tolerância recomendados pelas normas (NR-15, CIGR) para os animais e trabalhadores. Houve diferenças significativas (P < 0,05) em relação aos horários de medida, ao período e à instalação avaliada. Houve pequena variação na concentração entre as alturas avaliadas. As mais altas concentrações foram observadas no inverno e mais especificamente nos horários da tarde, correspondendo aos horários de maior temperatura do ar. Considerando outras indicações de limites que provocam danos no desenvolvimento do animal, a amônia (NH<sub>3</sub>) apresentou concentração superior, principalmente nos horários da tarde.

## AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio financeiro para a implantação do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKER, J. et al. Safety in swine productions systems. **Waste Quality & Waste Management**, North Carolina Cooperative Extension Service, 2002, 6p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Portaria 3.214 de Jul. 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho - NR-15: Atividades e Operações Insalubres**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr15/default.asp>>. Acesso em: nov 2001.
- CHANG, C.W. et al. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. **Ann. Occup. Hyg.**, v.45, n.6, p.457-465, 2001.
- CHILDERS, J.W. et al. Multi-pollutant concentration measurements around a concentrated swine production facility using open-path FTIR spectrometry. **Atmospheric Environment**, Oxford, v.35, n.11, p.1923-1936, 2001.
- CIGR. COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL. **Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings**. Dublin, 1994. 116p.
- DRUMMOND, J.G. et al. Effects of aerial ammonia on growth and health of young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, n.6, p.1085-91, 1980.
- GUSTAFSSON, B. The health and safety of workers in a confined animal system. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.49, p.191-202, 1997.
- IVERSEN, M.; TAKAI. Lung function studies in farmers during work in swine confinement units. **Zentralblatt Fur Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz Prophylaxe und Ergonomie**, v.40, p.236-242, 1980.
- LE DIVIDICH, J. **Performance du porc en croissance-finition en relation avec le milieu climatique**. Toulouse: Journée Nationale de Porc, 1982.
- NI, J-Q.; HEBER, A.J.; DIEHL, C.A.; LIM, T.T. Hydrogen sulphide emission from two large pig-finishing buildings with long-term high-frequency measurements. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.138, p.227-236, 2002.
- OTTAWAY, J.H. **Bioquímica da poluição**. São Paulo: Ed. USP, 1982. 74p. v.29.
- 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.
- TAKAI, H.; PEDERSEN S.; JOHNSEN, J.O. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.70, n.1, p.59-77, 1998.
- VERSTEGEN, M. W. A.; TAMMINGA, S. GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on animals. In: DEWI, I.A. et al. (eds.). **Pollution in Livestock Production Systems**. Wallingford : CAB International, 1994. p.71-79.