

Ambiência aérea e temperatura da cama sobreposta em instalação para suínos

Aerial environment and deep litter temperature in a swine building

Francine Aparecida Sousa ▪ Alessandro Torres Campos ▪ Pedro Ivo Sodré Amaral ▪
Jaqueline de Oliveira Castro ▪ Soraia Viana Ferreira ▪ Tadayuki Yanagi Junior ▪
Alessandro Vieira Veloso ▪ Daiane Cecchin

FA Sousa (Autor para correspondência) ▪ **AT Campos** ▪ **PIS Amaral** ▪ **JO Castro** ▪ **T Yanagi Junior** ▪ **AV Veloso** ▪ **D Cecchin**

Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil
email: luanda_rego@hotmail.com

SV Ferreira

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, Brasil

Recebido: 11 de Junho, 2014 ▪ Revisado: 13 de Outubro, 2014 ▪ Aceito: 18 de Outubro, 2014

Resumo Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a qualidade do ar, por meio das concentrações de gases, e as temperaturas superficiais e no interior de diferentes materiais de cama sobreposta, em instalações para terminação de suínos. O experimento foi desenvolvido durante os meses de junho e julho. Compararam-se três tratamentos: cama sobreposta composta por maravalha+bagaço de cana (M+B), cama sobreposta composta por bagaço de cana (BAG) e cama sobreposta composta por maravalha (MAR). As baias da instalação possuíam piso de concreto sob a cama. Foram feitas medições das concentrações instantâneas de amônia (NH₃, ppm), dióxido de carbono (CO₂, ppm) e monóxido de carbono (CO, ppm) ao nível dos animais. Dados relativos à temperatura superficial e no interior da cama sobreposta de suínos foram coletados em três pontos distintos dentro das baias (no centro, na região frontal e no fundo das baias). Observou-se que a cama "MAR" foi a que apresentou o maior valor médio de concentração de NH₃ de 2,88 ppm. A cama "BAG" apresentou os menores valores de NH₃ em todos os horários avaliados, com o período da manhã apresentando diferença significativa em relação às outras camas. O maior valor de concentração de CO₂ (1530 ppm) ocorreu no tratamento com cama "BAG", às 11 h 30 min. As temperaturas superficiais das camas sobrepostas não apresentaram diferenças significativas entre os pontos de coleta. A temperatura no interior das camas na parte da frente da baia foi superior no tratamento (M+B), quando comparada ao tratamento (BAG) e (MAR). A concentração dos gases CO, CO₂ e NH₃, mensurados, não atingiram níveis que possam causar danos à saúde dos animais.

Palavras-chave instalações para suínos, construções rurais, ambiência, gases

Abstract This study objective was to assess the air quality by measuring gas concentrations, and assess the surface and inside temperatures of deep litter materials in a finishing swine building. The experiment was conducted during the months of June and July. It was compared three treatments: deep litter composed of shaving woods + sugarcane bagasse (M+B), deep litter composed of sugarcane bagasse (BAG) and deep litter consisting of shaving woods (MAR). The installation stalls had a concrete floor under the deep litter. Measurements of instantaneous concentrations of ammonia, NH₃ (ppm), carbon dioxide (CO₂, ppm) and carbon monoxide (CO, ppm) at the level of the animals were taken. Data relating to surface temperature and inside the deep litter for swine were collected at three different points within the stalls (center, in the frontal region and background of the stalls). It was observed that the "MAR" deep litter showed the highest average concentration of NH₃ (2.88 ppm). The "BAG" deep litter showed the lowest values of NH₃ for all time intervals evaluated. In the morning period was observed significant differences for all treatments. The highest CO₂ concentration (1530 ppm) was observed in treatment "BAG" at 11 h 30 min. The surface temperatures of deep beddings showed no significant differences between the sampling points. The temperature inside the deep litter at the front of the stall treatment was higher (M+B) when compared to treatment (BAG) and (MAR). The concentration of CO, CO₂ and NH₃, measured, gases not reached levels that could cause harm to the health of animals.

Keywords installations for swine, rural buildings, environment, gases

Introdução

Diversos fatores podem afetar o desempenho animal, dentre eles, as instalações, o manejo e o ambiente (Barbosa Filho et al 2009 e Menegali et al 2010). Dentre os impactos ambientais causados pelo aumento da intensificação e especialização dos produtores, se destacam a poluição do ar pela emissão de gases: amônia - NH₃, dióxido de hidrogênio - CO₂, metano - CH₄, óxido nitroso - N₂O e sulfeto de hidrogênio - H₂S, além da presença de insetos, ocasionando maior desconforto ambiental às populações (Kunz et al 2007; Dinuccio et al 2008 e Sardá et al 2010).

Durante a produção de suínos, uma grande quantidade de produtos é gerada e pode ser prejudicial ao meio ambiente, aos animais e ao homem. Liberando energia, dióxido de carbono, e gases da cama, alimentos, máquinas e implementos utilizados na ração (Sampaio et al 2005; Paulo et al 2009; Silveira et al 2009).

Segundo Schmidt et al (2002), os gases mais presentes nas instalações para suínos são: NH₃, H₂S e CO₂. No inverno, quando a ventilação é reduzida para manter o calor, a concentração desses gases aumenta dentro das instalações.

As principais normas relacionadas com a avaliação qualitativa e quantitativa de gás são a NR-17 (atividades insalubres e Operações/ Portaria 3.214/1978 brasileiro MET), a CIGR (Commission Internationale du Gene Rural) e ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais) (Sampaio et al 2005).

O Niosh (2005) (National Institute for Occupational Safety and Health) alerta que a presença destes gases constitui fator de risco que favorece a incidência de enfermidades respiratórias. Por exemplo, a NH₃, no teor acima de 10 ppm, alta concentração de poeira, ventilação inadequada e volume de ar inferior a 3,0 m³ por animal, promovem depreciação da qualidade do ar e afetam a saúde e o bem-estar dos animais e dos tratadores, constituindo um risco para a qualidade ambiental (Nääs et al 2007).

As trocas de ar inadequadas aumentam as concentrações de partículas de CO, CO₂ e NH₃ no interior das instalações, diminuindo as concentrações de oxigênio (O₂) favorecendo, assim, a incidência de doenças (Alencar et al 2004; Owada et al 2007). Os poluentes aéreos, quando alteram as características ideais do ar, favorecem o aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias e prejuízos no processo produtivo (Nääs et al 2007).

Na Europa, 80% da produção de NH₃ origina-se das instalações de atividades pecuárias (Reidy et al 2009). Além disso, a NH₃ é o mais importante gás tóxico encontrado nas instalações de suínos, sendo irritante para o sistema respiratório em concentrações superiores a 15 ppm (Banhazi et al 2008). Provoca a redução do apetite e a irritação nas mucosas dos suínos, além de causar problemas respiratórios

e letalidade aos trabalhadores que atuam na atividade e aos animais (Sampaio et al 2007; Paulo et al 2009).

As emissões de CO₂ podem diferir de uma fase de criação para outra como a creche e a terminação de suínos (Philippe et al 2007; Cabaroux et al 2009). A produção de CO₂ por animais está diretamente relacionada com sua produção de calor, sendo essa função do seu peso corporal e do seu ambiente térmico (Campos et al 2009). Estudos realizados com o CO₂ e CO evidenciam que, a partir de certos limites de concentração (3.000 ppm de CO₂ e 10 ppm de CO), esses gases afetam a saúde dos suínos (Nader et al 2002).

Nas últimas décadas, a criação de suínos em instalações com camas sobrepostas, em substituição àquelas com o piso em concreto, tem recebido a atenção de pesquisadores e produtores, uma vez que esta modalidade produz aos suínos melhores condições de bem estar, promovendo um ambiente com características semelhantes ao que o animal encontra na natureza, possibilitando-o expressar alguns comportamentos naturais da espécie, como, por exemplo, fuçar. A criação de suínos em cama sobreposta proporciona aos animais desempenho satisfatório, garantindo que os mesmos alcancem o peso de abate rapidamente, como no sistema confinado convencional (Guimarães et al 2011). Entretanto, estudos necessitam ser desenvolvidos para este sistema de criação, com a finalidade de qualificar e quantificar aspectos relacionados ao ambiente térmico e de gases que é desenvolvido no interior das instalações, a partir dos diferentes materiais de cama que podem ser empregados.

A qualidade do ar e a temperatura interna dos galpões podem ser afetadas pela cama, pois a emissão de NH₃ é muito influenciada pela temperatura, pH da cama e velocidade do ar (Furtado et al 2010). O uso de camas sobrepostas sobre o piso como alternativa ao tradicional de piso de concreto vem-se popularizando na criação de suínos na fase de terminação, pois busca minimizar a produção de gases dentro das instalações (Paulo et al 2009).

O conhecimento das condições de qualidade do ar, bem como o desenvolvimento de tecnologias para que se possa reduzir a emissão dos gases presente nas instalações para a produção animal é necessidade da atualidade (Inoue et al 2012).

Durante os processos em que ocorrem a compostagem *in situ* dos dejetos da criação de suínos em sistema de cama sobreposta, em épocas ou locais de clima quente os limites de temperaturas recomendadas para os animais na fase de terminação podem ser alterados de forma significativa (Corrêa et al 2000).

O processo de compostagem se inicia à temperatura ambiente. À medida que as ações dos microrganismos se intensificam, ocorrem reações exotérmicas em virtude da decomposição da fração leve da matéria orgânica; alguns

dias depois, a temperatura aumenta gradativamente podendo atingir valores superiores a 65°C, quando prevalecem microrganismos termófilos (Tang et al 2004); desta forma, diferentes locais nas camas podem diferir em temperatura, propiciando diferentes condições ambientais no interior da edificação.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade do ar (concentrações de NH₃, CO e CO₂) e a temperatura da cama sobreposta feita com diferentes substratos, em instalação para suínos.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido nos meses de junho e julho do ano de 2013, na fase de terminação das instalações para suinocultura do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* de Rio Pomba - MG, com altitude média de 434m, definido pelas coordenadas geográficas 21° 16' 45" de latitude sul e 43° 10' 30" de longitude oeste.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é Cwa (quente, temperado, chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente). O experimento foi conduzido no período no qual normalmente se tem maior concentração de gases dentro das instalações.

No experimento compararam-se três tratamentos, o constituído de cama sobreposta composta por maravalha+bagaço de cana (M+B) 1:1, cama sobreposta composta por bagaço de cana (BAG) e cama sobreposta composta por maravalha (MAR), todas as baias possuíam piso de concreto sob a cama. Cada baia era equipada com um comedouro de alvenaria e dois bebedouros (Figura 1).

A instalação é orientada na direção leste-oeste, possui pé-direito de 3,30 m, telhado de duas águas coberto com telhas de cimento-amianto, paredes de alvenaria, divisórias internas e externas de alvenaria de 1 m de altura, piso concretado, recoberto com cama sobreposta. Foram empregadas três baias, com área média de 30 m², dispostas lado a lado, sendo o piso da primeira recoberto por cama de bagaço de cana+maravalha, o da segunda com bagaço de cana, e, o da terceira, com maravalha (Figura 1). A densidade foi de 1,70 m² por suíno (incluindo a plataforma elevada onde ficam os bebedouros e comedouros), com 17 animais por baia. Os animais, à época do experimento, apresentavam peso médio de 70 kg. As camas foram disponibilizadas na profundidade de 0,50 m em todos os tratamentos. A alimentação era realizada manualmente, três vezes ao dia.

Foram feitas medições de concentrações instantâneas de NH₃, CO₂ e CO no centro de cada baia com cama sobreposta de suínos. Para a coleta de dados de CO₂, foi utilizado o sensor da marca Testo®, modelo 535, de “princípio infravermelho”, com resolução de 1ppm e acurácia de ± 50 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000 ppm. Para as

concentrações de NH₃, foi utilizado sensor da marca Testo®, de “princípio eletroquímico”, com resolução de 1 ppm e acurácia de ± 1 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100 ppm, cuja célula foi calibrada em empresa cadastrada pelo Inmetro. Para a medida dos dados de CO, foi utilizado sensor da marca Testo®, modelo 315-2, de “princípio eletroquímico”, com resolução de 1 ppm e acurácia de ±1 ppm, que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100 ppm.

Os gases e a temperatura superficial e no interior das camas sobrepostas avaliadas foram coletados em quatro horários diferentes (9 h; 11 h 30min; 14 h e 16 h 30min), no período da manhã e da tarde, dentro de cada baia de avaliação, durante 15 dias de avaliação.

Dados relativos à temperatura superficial da cama sobreposta de suínos foram coletados através do termômetro infravermelho da marca Fluke, com precisão de ± 1,5% da leitura, em três pontos distintos dentro das baias, (parte frontal, intermediária e parte suja das baias). Foi coletada temperatura a 15 cm de profundidade, por meio de termômetros tipo espeto da marca incotherm, nos mesmos locais de coleta da temperatura superficial em cada baia avaliada (Figura 2).

Adotou-se um esquema de parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram compostas dos materiais (cama de maravalha+bagaço, cama de bagaço de cana e cama de maravalha) e as subparcelas dos horários (9 h; 11 h 30min; 14 h e 16 h 30 min), em delineamento de blocos casualizados, no qual as repetições corresponderam aos dias de coleta, 15 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste “F” e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Foi utilizado o programa Sisvar para as análises estatísticas (Ferreira 2008).

Com esses resultados procedeu-se à análise estatística, utilizando-se o programa computacional Minitab® 16.1.0, composto de gráficos *boxplot*, por se tratar de dados não paramétricos.

Resultados e Discussão

As concentrações de todos os gases (NH₃, CO₂ e CO) em função dos horários de observações para cada sistema de cama sobreposta de suínos estudados, estão dentro dos limites recomendados pela NR-15 (1978), para os três materiais de cama sobreposta avaliada (Tabela 1).

Observa-se que para o nível de significância de P<0,05, as concentrações médias de NH₃ no ar ambiente próximo à cama foram diferentes entre os materiais avaliados. A cama composta de maravalha (MAR) e (M+B) foram as que apresentaram as maiores médias, de 2,88 ppm e 2,63 ppm, respectivamente, sendo estatisticamente iguais (p>

0,05, teste de Scott-Knott) A cama sobreposta composta de bagaço de cana (BAG) apresentou os menores valores de amônia em todos os horários avaliados, com o período da manhã apresentando diferença significativa em relação às outras camas.

Apesar de em alguns horários apresentar diferença significativa na concentração de NH₃ entre os tratamentos, verificou-se que os maiores valores encontrados para todos os tratamentos não ultrapassaram 4 ppm, valores esses

inferiores àqueles que possam afetar a saúde do animal, conforme citado por NIOSH (2005), indicando boas condições de ventilação e renovação do ar ambiente. Tolon et al (2010), avaliando a concentração de NH₃ em instalações de reprodutores, obtiveram valor médio de 2 ppm. Paulo et al (2009), avaliando cama de maravalha e casca de arroz, encontraram valores da concentração de NH₃ abaixo dos recomendados pelos órgãos de fiscalização, que é da ordem de 10 ppm, assim como no presente trabalho.

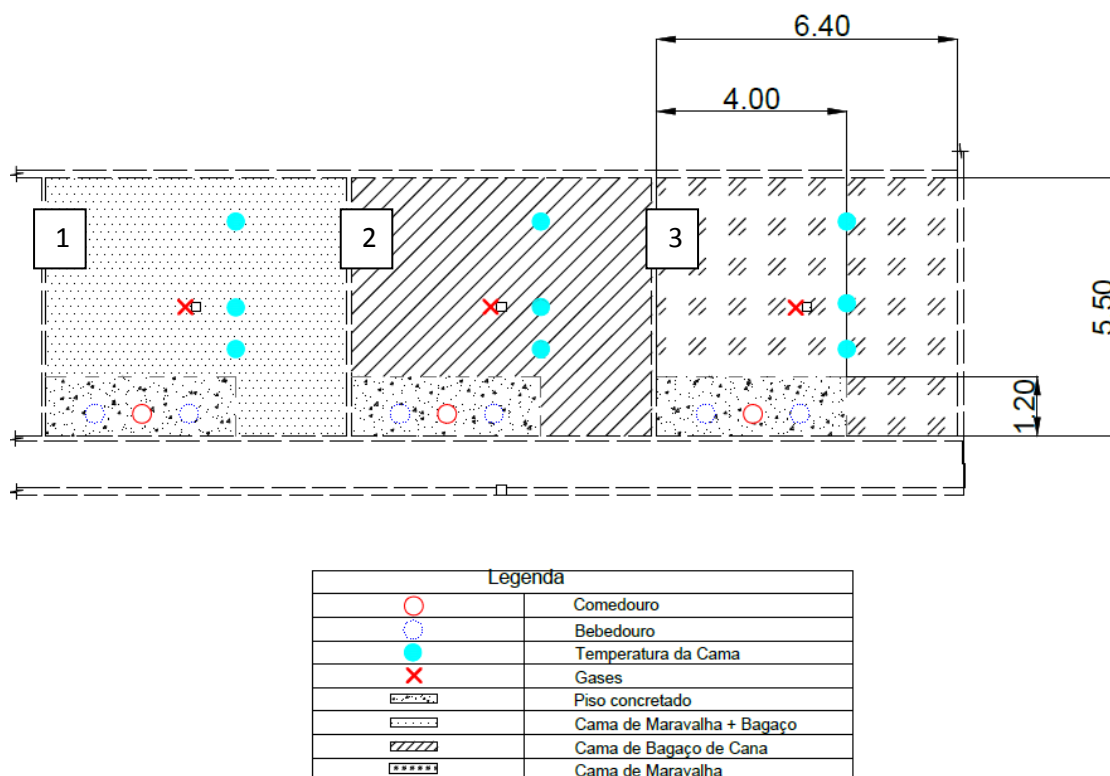


Figura 1 Posição dos aparelhos de coleta nas baias compostas por: 1 - cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (M+B), 2 - cama sobreposta de bagaço de cana (BAG) e 3 - cama sobreposta de maravalha (MAR).

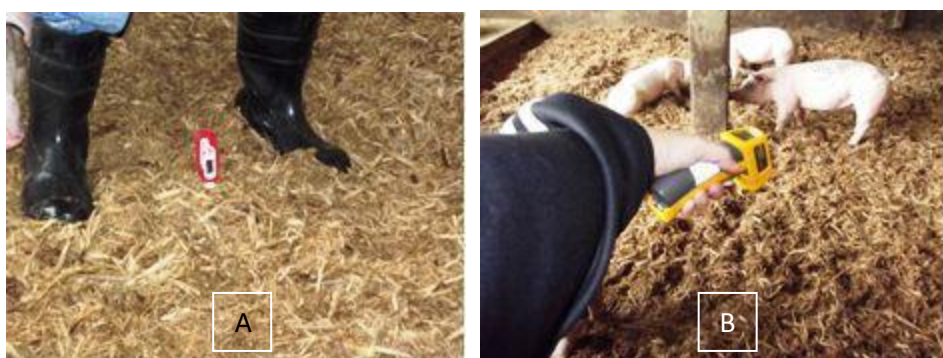


Figura 2 Coleta da temperatura no interior da cama (A) e temperatura superficial (B) das camas sobrepostas de suínos.

Tabela 1 Concentrações de Amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), em ppm, para cada material de cama e horários de coleta, em uma unidade de terminação para suínos.

Gás	Cama	Horário				
		09:00	11:30	14:00	16:30	Média
NH ₃	M+B	3,01 ^a	2,87 ^a	2,33 ^a	2,27 ^a	2,63 ^a
	BAG	1,20 ^b	1,47 ^b	1,67 ^a	1,73 ^a	1,52 ^b
	MAR	2,60 ^a	3,27 ^a	3,07 ^a	2,60 ^a	2,88 ^a
CO ₂	M+B	1330 ^a	1330 ^a	1070 ^a	1070 ^a	1200 ^a
	BAG	1070 ^a	1530 ^a	1200 ^a	1000 ^a	1200 ^a
	MAR	1470 ^a	1070 ^a	1200 ^a	1400 ^a	1280 ^a
CO	M+B	1,27 ^a	0,93 ^a	1,00 ^a	0,53 ^a	0,93 ^b
	BAG	1,07 ^a	0,87 ^a	0,80 ^a	0,60 ^a	0,83 ^b
	MAR	1,27 ^a	1,13 ^a	1,07 ^a	0,87 ^a	1,08 ^a

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. ¹ Cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (M+B), cama sobreposta de bagaço de cana (BAG) e cama sobreposta de maravalha (MAR).

O maior nível de concentração de NH₃ 3,27 ppm, foi observado às 11 h 30 min, na cama sobreposta de maravalha (MAR), diferindo da cama sobreposta de bagaço de cana (BAG). Pode-se verificar que os valores mais elevados de NH₃ ocorreram nos horários mais quentes (11 h 30 min e 14 h). Resultados semelhantes foram observados por Schmidt et al (2002) e Chang et al (2001). Barker et al (2002) descrevem que, na exposição entre 6 a 20 ppm de amônia e acima, verifica-se irritação nos olhos e problemas respiratórios. Portanto, os resultados obtidos pelo presente estudo não apontam este tipo de problema para nenhuma das camas avaliadas.

Furtado et al (2010), avaliando a concentração de amônia em dois galpões de criação de aves, obtiveram a concentração média de 4,5 ppm, estando dentro dos limites aceitáveis para instalações avícolas e para os trabalhadores, podendo, segundo a NR 15 (1996) e Owada et al (2007), caracterizar o ambiente como muito bom. Estes valores estão de acordo com os encontrados por Nããs et al (2007) e Vitorasso & Pereira (2009), que, em trabalhos em diferentes galpões, relatam valores de NH₃ abaixo de 20 ppm. Avaliando a concentração de NH₃ em galpões avícolas, Santos et al (2009) observaram valores abaixo do limite. O maior valor médio de concentração de NH₃ encontrado foi de 10,2 ppm, superior ao do presente trabalho, em que se obteve média de 2,88 ppm.

Sampaio et al (2006) observaram as maiores concentrações de NH₃ na época do inverno e, mais especificamente, nos horários da tarde. Paulo et al (2009), ao avaliar os valores de concentração de NH₃ em três tratamentos distintos, observaram, no tratamento piso de concreto, concentrações 37% maiores quando comparados com o tratamento cama de maravalha e 44% quando a comparação se refere ao tratamento cama de casca de arroz.

Observa-se que as concentrações médias de CO₂ não diferiram entre si nas camas estudadas. Os níveis de concentração de CO₂ obtidos em todos os horários avaliados não apresentaram diferença significativa (p>0,05, teste F).

Os valores de CO₂ encontrados nos três tratamentos com camas sobrepostas, em todos os horários de observação, estiveram abaixo do nível de concentração que possa causar danos à saúde do animal (3.000 ppm), valores citados por Nader et al (2002). Isso indica que houve renovação de ar satisfatória do ponto de vista do gás CO₂.

Os resultados de concentração do gás CO₂ encontram-se dentro dos limites recomendados pela NR-15 (1978). O maior valor foi observado no tratamento com cama sobreposta de bagaço de cana (BAG), às 11 h 30 min, onde atingiu 1530 ppm. O período da manhã foi o que apresentou os maiores valores para todos os materiais de cama avaliados. Segundo ACGIH (2001), o CO₂ tem o limite de exposição ocupacional de 5000 ppm e a NR-15 (1978) apreço como sendo de 3.900 ppm o limite máximo.

Silveira et al (2009) não encontraram diferença significativa entre as médias, ao avaliar a concentração de CO₂, em diferentes salas de creche e de maternidade. Em uma das salas de creche, os valores de CO₂ alcançaram 1.500 ppm, no período da tarde. Campos et al (2009), avaliando dois modelos diferentes de creche, também não observaram diferença significativa para a concentração de CO₂ entre elas em nenhum dos horários avaliados.

Para a concentração do CO não houve diferença significativa (p>0,05, teste F) em nenhum dos horários avaliados. Porém, entre as médias, ocorreu diferença significativa, com maior valor para a cama sobreposta de maravalha (MAR) de 1,08 ppm. Os valores de CO mantiveram-se, nos diferentes horários de avaliação e nas diferentes camas sobrepostas, sempre inferiores a 2 ppm, estando em conformidade com estudos anteriores (Silveira et al 2009; Sampaio 2004; Ni et al 2002; Gustafsson 1997).

Observa-se, que as médias de concentração de CO encontradas entre as diferentes camas sobrepostas foram inferiores às recomendadas pela NR (1990) e HFA (2006), não excedendo os 50 ppm. Os valores do presente estudo foram inferiores aos encontrados por Menegali et al (2009), que em trabalhos com frangos de corte, em condições de

inverno, na região Sul do Brasil, encontraram valores de CO variando de 2,65 a 8,79 ppm. Nääs et al (2007) observaram, em pesquisas com frangos de corte em períodos frios, valores de 30 ppm (em sistema de ventilação tipo túnel) e 18 ppm (com ventilação convencional) na fase de aquecimento, valores acima dos obtidos no presente trabalho com suínos em fase de terminação no sistema de cama sobreposta. O gás CO não foi percebido pelo equipamento de medição em nenhuma das creches pesquisadas por Campos et al (2009). Os resultados de concentração do gás CO encontra-se dentro do limite recomendado pela NR-15 (1978) no interior das instalações de terminação de suínos.

Tabela 2 Temperatura superficial para três materiais de cama em três pontos distintos de coleta, (P1 parte frontal da baia, P2 centro da baia (intermediário) e P3 fundo da baia).

Cama	Ponto de coleta			Média
	P1	P2	P3	
M+B	25,8	24,9	24,6	25,1
BAG	25,1	25,0	27,2	25,7
MAR	25,3	24,2	23,7	24,4
Média	25,4	24,7	25,1	

Não houve diferença entre as médias pelo teste Scott-Knott. ¹Cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (M+B), cama sobreposta de bagaço de cana (BAG) e cama sobreposta de maravalha (MAR).

Nos diferentes pontos coletados, observa-se que houve diferença significativa entre as temperaturas no interior da cama sobreposta de suínos. No ponto P3 (local de concentração das dejeções) pode-se observar as menores temperaturas para todos os tratamentos avaliados (Tabela 3). Provavelmente estes valores surgiram em decorrência de anaerobiose por provável compactação da cama sobreposta.

Os pontos mais úmidos precisam ser revolidos para evitar o surgimento do lodo, que é prejudicial ao sistema, visto que essas áreas são focos de emissão de odores e proliferação de moscas, além de aumentarem significativamente os riscos sanitários.

Em relação aos horários de coleta, foram observados os maiores valores de temperatura superficial da cama, mensurados no interior das baias, às 14 h (Figura 3). Esse resultado pode ser explicado pelo fato de ser o horário que a radiação global é máxima, elevando a temperatura do ar. A temperatura da cama em todos os tratamentos avaliados apresentou às 9 h, sua menor temperatura de avaliação.

A temperatura no interior da cama em relação aos horários de coleta em todos os tratamentos avaliados apresentou maiores valores no intervalo de 11 h 30 min às 14 h. Na cama de bagaço (BAG), foram observadas as maiores

As temperaturas superficiais das camas sobrepostas não apresentaram diferença significativa entre os pontos de coleta. O ponto P3 (sujo nas baias) nesse caso onde se concentra a maior parte das dejeções, no tratamento BAG, foi observado a maior temperatura durante o período de avaliação (Tabela 2).

A temperatura no interior das camas no P1 foi superior no tratamento composto por cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (M+B), quando comparada ao tratamento bagaço de cana (BAG) e a maravalha (MAR). Isso pode indicar maior atividade microbiana, já que a temperatura da cama possui correlação positiva com a mesma (Tang et al 2004) (Tabela 3).

Tabela 3 Temperatura no interior da cama para três materiais de cama em três pontos de coleta distintos, (P1 parte de frente da baia, P2 centro da baia (intermediário) e P3 fundo da baia).

Cama	Ponto de coleta			Média
	P1	P2	P3	
M+B	39,2a	33,6 b	30,1 b	34,3A
BAG	33,6 b	36,9a	31,3 b	33,9A
MAR	30,5	27,8	25,4	27,9 B
Média	34,4a	32,8a	28,9 b	

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, pelo teste Scott-Knott. ¹Cama sobreposta de maravalha+bagaço de cana (M+B), cama sobreposta de bagaço de cana (BAG) e cama sobreposta de maravalha (MAR).

temperaturas em todos os horários durante o período de avaliação, o que indica maior aquecimento do material utilizado (Figura 3).

Conclusões

A concentração dos gases CO, CO₂ e NH₃ avaliados nas camas sobrepostas de suínos, não superaram os limites aceitáveis, de forma a poder causar danos à saúde dos animais. As temperaturas superficiais das camas sobrepostas analisadas não apresentaram diferença significativa entre os materiais avaliados.

Com relação à temperatura no interior das camas sobrepostas de suínos, os tratamentos: maravalha+bagaço (M+B) e bagaço (BAG) apresentaram as maiores temperaturas nos pontos (P1 frontal e P2 intermediário) e em todos os horários de avaliação.

Agradecimentos

À FAPEMIG e ao CNPQ, pelo financiamento da pesquisa, e pela concessão de bolsas de Pesquisador Mineiro, e Produtividade em Pesquisa, respectivamente; à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos de Doutorado e ao

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais do *Campus* de

Rio Pomba - MG, por ceder as instalações para a pesquisa.

Referências

- 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.
- Alencar, M. C. B.; Nääs, I. de A.; Gontijo, L. A. (2004) Respiratory risks in broiler production workers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 6:23-29.
- Banhazi, T. M.; Seedorf, J.; Laffrique, M.; Rutley, D. L. (2008) Identification of the risk factors for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling. *Biosystems Engineering*, 101:100-110.
- Barbosa Filho, J.A.D.; Vieira, F.M.C.; Silva, I.J.O.; Garcia, D.B.; Silva, M.A.N.; Fonseca, B.H.F. (2009) Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38: 2442-2446.
- Barker, J.; Curtis, S.; Hogsett, O.; Humenik, F. (2002) Safety in swine productions systems. North Carolina: Waste Quality & Waste Management, North Carolina Cooperative Extension Service, p. 12.
- Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de 08 de junho de 1978. Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho – NR-15: Atividades e Operações Insalubres. Brasília, 1978. Disponível em: <http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf>. Acesso em: 23 set. 2011, 13:00:00.
- Cabaraux, J. F., Philippe, F. X., Laitat, M., Canart, B., Vandenhede, M., & Nicks, B. (2009) Gaseous emissions from weaned pigs raised on different floor systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130:86-92.
- Campos, J. A.; Tinôco, I. de F. F.; Baêta, F. da C.; Cecon, P. R.; Mauri A. L. (2009) Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 29:339-347.
- Chang, C.W.; Chunh, H.; Huang, C.F.; Su, H.J.J. (2001) Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. *Annals of Occupational Hygiene*, New York, 45:457-465.
- CIGR-Commission Internationale du Génie Rural. Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings. Dublin, 1994. 116p.
- Corrêa, E.K.; Perdomo, C.C.; Jacondino, I.F. (2000) Condicionamento ambiental e desempenho de suínos em crescimento e terminação criados sobre piso com leito de cama. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29:2072-2079.
- Dinuccio, E.; Berg, W.; Balsari, P. (2008) Gaseous emissions from storage of untreated slurries and the fractions obtained after mechanical separation. *Atmospheric Environment*, 42:2448-2459.
- Ferreira, D. F. (2008) SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, 6: 36-41.
- Furtado, D.A.; Rocha, H.P.; Nascimento, J.W.B.; Silva, J.H.V. (2010) Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. *Engenharia Agrícola*, 30:993-1002.
- Guimarães, G.G; Murata, L.S.; A, Mcmanus, C.; Santana, A.P.; Reckziegel, G.C.; Amâncio, A.S.; Filho, R.M.J. e Sobrinho, A.J.F. (2011) Desempenho de suínos de dois cruzamentos de linhagens comerciais criados em cama sobreposta. *Archivos de zootecnia*, 60:229- 12.
- Gustafsson, B. 91997) The health and safety of workers in a confined animal system. *Livestock Production Science*, Amsterdam, 49:123-136.
- Inoue. K. R. A.; Tinôco. I. F. F.; Cassuce. D. C.; Graña. A.L.; Bueno, M. M.; Tinôco, B. F. (2012) Análise da concentração de amônia em galpões de frangos de corte submetidos a diferentes dietas. *Engenharia na Agricultura*, 20:19-24.
- Kunz, A; Higarashi, M. M.; Oliveira, P. A. Redução da carga de poluente a questão dos nutrientes. In: Seganfredo, A. M. *Gestão ambiental na suinocultura*. Brasília: EMBRAPA, 2007. 302p.
- Menegali, I.; Baêta, F.C.; Tinôco, I.F.F.; Cordeiro, M.B.; Guimarães, M.C.C. (2010) Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semiclimatizadas no sul do Brasil. *Engenharia da Agricultura*, 18: 461-471.
- Menegali, I.; Tinôco, I.F.F.; Baêta, F.C.; Cecon, P.C.; Guimarães, M.C.C.; Cordeiro, M.B. (2009) Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 13: 984-990, Suplemento.
- Nääs, I.A.; Miragliotta, M.Y.; Baracho, M.S. et al. (2007) Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. *Engenharia Agrícola*, 27: 326-335.
- Nader, A.; Baracho, M.S.; Nääs, I.A.; Sampaio, C.A.P. Avaliação dos níveis de ruídos e da qualidade do ar (com relação à presença de gases e fungos) em creche de suínos. In seminário poluentes aérios e ruídos em instalações para produção de animais, 1., 2002, campinas. *Anais... Campinas: feagri/unicamp*, 49-56.
- Ni, J-Q.; Heber, A.J.; Diehl, C.A.; Lim, T.T.; Duggirala, R.K.; Haymore, B.L. (2002) Hydrogen sulphide emission from two large pig-finishing buildings with long-term high-frequency measurements. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, 138: 227-236.
- NIOSH. National institute for occupational safety and health. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/pel88/7664-41.html>>. Acesso em: 2 abril 2005.
- Normas Regulamentadora - NR17 (1990) Anexo nº 11, agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho (115.015-4 / I4).
- Owada, A. N.; Nääs, I. DE A.; Moura, D. J. DE; Baracho, M. dos S. (2007) Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. *Engenharia Agrícola*, 27: 611-618.

Paulo, R. M. de; Tinôco, I. F. F.; Oliveira, P. A. V.; Souza, C. F.; Baêta, F. C.; Cecon, P. R. (2009) Avaliação da amônia emitida de camas sobrepostas e piso concretado utilizados na criação de suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13:210-213.

Philippe, F. X., Laitat, M., Canart, B., Vandenhede, M., & Nicks, B. (2007) Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. *Livestock Science*, 111:144-152.

Reidy, B., Webb, J., Misselbrook, T.H., Menzi, H., Luesink, H.H., Hutchings, N.J., Eurich-Menden, B., Doherty, H., Dammgen, U. (2009) Comparison of models used for national agricultural ammonia emission inventories in Europe: litter-based manure systems. *Atmospheric Environment* 43:1632–1640.

Sampaio, C. A. P.; Nääs, I. A.; Salgado, D. D. (2006) Amônia, gás sulfídrico, metano e monóxido de carbono na produção de suínos. *Ciências Agroveterinárias*, 5:156 -164.

Sampaio, C.A.P.; Nääs, I.A.; Nader, A. (2005) Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicação das normas NR 15, CIGR e ACGIH. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25: 10-18.

Sampaio, C.A.P.; Nääs, I.A.; Salgado, D.D.; Queirós, M.P.G. (2007) Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 11: 436–440.

Sampaio, C.S. Caracterização dos ambientes térmico, aéreo e acústico em sistemas de produção de suínos, nas fases de creche e terminação. 2004. 130 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) - Departamento de Construções Rurais e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Santos, P. A. D.; Baeta, F. DA C.; Tinôco, I. DE F. F.; Albino, L. F. T.; Cecon, P. R. (2009) Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Revista Ceres*. 56:172-180.

Sardá, L. G.; Higarashi, M. M.; Muller, S.; Oliveir, P. A. & Comin, J. J. (2010) Redução da emissão de CO₂, CH₄ e H₂S através da compostagem de dejetos suínos. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 14:1008–1013.

Schmidt, D.R.; Jacobson, L.D.; Janni, K.A. Continuous monitoring of ammonia, hydrogen sulfide and dust emissions from swine, dairy and poultry barns. St. Joseph: ASAE, 2002. 14 p.

Silveira, N. A.; Nääs, I. DE A.; Moura, D. J. DE; e Salgado, D. D (2009) Ambiente aérea em maternidade e creche de suínos. *Engenharia Agrícola*, 29: 348-357.

Tang, J. C.; Kanamori, T.; Inoue, Y. (2004) Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by quinone profile method. *Process Biochemistry*, 39:1999-2006.

Tolon, Y.B.; Baracho, M.S.; Nääs, I.A.; Rojas, M.; Moura, D.J. (2010) Ambiente térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 30:1-13,

Vitorasso, G.; Pereira, D.F. (2009) Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 13:788-794.