

Emissão de amônia na produção de frangos de corte

Paulo Armando Victoria de Oliveira¹
Alessandra Nardina Trícia Rigo Monteiro²

1.0 Introdução

O aumento dos “gases de efeito estufa” (GEEs), o vapor d’água e a amônia (NH₃), na atmosfera tem sido apontado como uma das principais causas das mudanças climáticas, porque aumentam o potencial de aquecimento global. O dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) são considerados os principais GEEs, gerados na produção de aves. A presença de metano e óxido nitroso na atmosfera é menor que a de CO₂, mas a mensuração de seus fluxos de emissão é muito importante devido ao potencial de promoção do efeito estufa entorno de 23 vezes maior para o metano e de 296 vezes maior para o óxido nitroso em relação ao CO₂ (Snyder et al., 2008).

As estimativas nacionais de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa na agropecuária são muito importantes no cenário ambiental mundial atual, segundo Lima et al. (2006), pelo fato de o Brasil liderar a produção e exportação de vários produtos de origem agropecuária, principalmente frango (Brasil, 2009). Estimativas de emissão global de amônia apontam para o total de 53,7 Mt, sendo o setor de agricultura responsável por 65% desse montante (Erisman et al., 2007).

A produção de frangos é uma atividade fundamental para o desenvolvimento econômico do Brasil e de forma mais efetiva para o desenvolvimento das regiões onde estão inseridas. Por ser uma cadeia complexa que envolve relações e interrelações com outras atividades (milho, farelo de soja, vitaminas, minerais, sanidade animal, transporte, máquinas e equipamentos, genética avançada, etc), apresenta um grande efeito multiplicador da renda e de emprego.

No Brasil, no ano de 2011, a produção de frangos resultou em um valor bruto da produção estimado a preços de varejo, de 53 bilhões. Assim, em termos percentuais a cadeia produtiva de frangos foi responsável por 1,43% do Produto Interno Bruto Brasileiro. Em termos de comércio exterior, a produção, comercialização e industrialização de frangos foi responsável por 3,22% do total das nossas exportações. Estes números, por si somente, determinam a grande importância desta atividade econômica para a sociedade brasileira.

O ambiente interno das edificações de produção de frangos de corte é determinado por diferentes fatores, entre eles os físico-químicos e biológicos, incluindo a ambiência, a luz e os componentes físicos construtivos (Tinôco, 2001). No entanto, deve-se dar maior atenção à qualidade do ar no interior das edificações. O objetivo deste trabalho é de apresentar informações técnicas relativas a concentração e emissão de gases, principalmente amônia, em sistemas de criação de frangos de corte.

¹ Engenheiro Agrícola, Ph.D em Construções e Ambiência, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

² Zootecnista, Mestranda em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre, RS.

2.0 Emissão de gases na produção de frangos de corte

A amônia é um gás incolor e irritante às mucosas, sendo formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. No ambiente do aviário quando a concentração for superior a 60 ppm de amônia, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias. Se a concentração de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa de respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas. Esses níveis altos de amônia (60 a 100 ppm) podem ser observados no início da criação em aviários, com cama reutilizada (GONZÁLES & SALDANHA, 2001). No Brasil, não existem limites legais para a exposição de aves à amônia, entretanto exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição de no máximo de 20 ppm, porém, as concentrações de amônia em sistemas de criação intensiva fechados podem apresentar, na última semana de produção, valores de até 50 ppm (JONES et al., 2005).

Os sistemas confinados, de criação de aves, são considerados como fator determinante na emissão de gases para atmosfera, como o N_2O , CO_2 , NH_3 , H_2S . A cama de aves constitui um dos principais meios da emissão desses gases. A Amônia é amplamente encontrada no meio ambiente e sua emissão decorre tanto de processo biológicos quanto de fontes antropogênicas (ONTARIO, 2001).

A indústria avícola, com intuito de manter a competitividade, vem produzindo frangos em altas densidades de alojamento, o que acarreta em alterações no conforto térmico das aves e aumenta o aporte de excretas na cama, gerando maior potencial de produção de gases oriundos da fermentação desse material (Freitas et al., 2009). Os resíduos gerados nesta produção possuem concentrações importantes de nitrogênio, fósforo, potássio, minerais traço como cobre e zinco (Tabela 1), e uma alta carga de bactérias (Terzich et al., 2000), sendo que a decomposição destes resíduos afeta a qualidade do ar devido, principalmente, à volatilização de amônia (Zhongchao & Zhang, 2004).

Tabela 1. Características físicas e químicas das fezes, cama e cama acumulada de frangos de corte.

	Densidade (kg/m^3)	TKN ₃ ²	NH ₃ N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu
Fezes	1025	13	3,5	8,0	6,0	0,042	0,012
Cama							
5 semanas							
Cama	481	29,5	6,0	28,5	29,5	0,46	0,31
Crosta	545	31,0	8,5	19,5	19,5	0,25	0,23
6-7 semanas							
Cama	513	35,5	6,0	34,5	23,5	0,36	0,27
Crosta	545	23,0	6,0	26,5	18,0	0,30	0,21
8 – 9 semanas							
Cama	465	34,5	8,0	35,0	23,5	0,34	0,25
Pilha	529	16,5	3,45	38,5	16,0	0,32	0,15
Cama ²							

¹TKN = nitrogênio orgânico e amoniacal medido no laboratório pelo método Kjeldahl;

²Cama de frango removida uma vez por ano e acumulada em pilhas. O material usado como cama é maravalha.

Fonte: Oviedo-Róndon (2008)

De acordo com Miragliotta (2005), além da amônia existem os gases de efeito estufa (GEEs), sendo os principais o metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), que também são emitidos pelas instalações de produção animal. O N₂O atua na degradação da camada de ozônio na estratosfera, além de contribuir para o aquecimento global. Seus potenciais de aquecimento global são definidos pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) como 20 (CH₄) e 300 (N₂O) vezes mais que o potencial do dióxido de carbono (CO₂).

O íon amônio (NH₄⁺) é a forma dominante de nitrogênio na excreta de aves, o qual é convertido em amônia (NH₃⁺) com a elevação do pH e sob condições de umidade. Este fato torna a amônia (NH₃) o gás mais nocivo produzido em galpões de frangos (Carlile, 1984). Segundo Wathes et al. (1998) e Reece et al. (1980) os limites aceitáveis de concentração de NH₃, nos ambientes produtivos de frangos de corte, devem ser inferior a 25 ppm até a quarta semana de criação, sendo que à partir da quarta semana não podem exceder 50 ppm. Segundo Hernandez et al. (2002), é necessário controle rigoroso da amônia no ar dos galpões avícolas, principalmente em densidades elevadas e no período final de criação. Quando este gás é inalado em quantidade superior a 60 ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias, aumentando os riscos de infecções secundárias às vacinações (Simioni Jr. et al., 2009), redução da taxa e profundidade da respiração, prejudicando os processos fisiológicos de trocas gasosas nas aves (González & Saldanha, 2001).

A emissão de amônia na produção avícola é muito variável, dependendo de vários fatores incluindo o tipo de ventilação, a idade da cama, a duração do ciclo de frangos, o método de medição entre outros (Tabela 2).

Tabela 2. Pesquisas de emissões de amônia em galpões de frangos com ventilação natural ou mecanicamente ventilados e com camas de maravalha

Idade da cama	Duração da pesquisa e período do ano	Método para medir concentração de NH ₃	Taxa de emissão de amônia (g/ave/dia)	Referência
Ventilação natural				
Nova	28 d (1 lote). Jan-Fev	Filtros ácidos, método gravimétrico	0,25 – 0,54	Guiziou & Beline (2005)
Não reportada	7 d (6-12h/d). Mai-Jul	Amostra Ogawa ^a	1,43 (0,33 – 2,64)	Siefert et al. (2004)
Ventilação de túnel				
1 a 4 lotes	10 d (3 lotes). Jun- Dez	Sensores eletroquímicos ^b	0,63	Lacey et al. (2003)
Usada	5 d. Jun-Out	Mostrador Ogawa ^a	0,45	Roadman et al. (2003)
1 a 5 lotes^c	32 d. Nov-Dez	Sensores eletroquímicos ^b	0,0-0,92 ou 0,0-0,607	Wheeler et al. (2003)

^aFiltros com cobertura ácida;

^bSistema eletrônico Dräger® Safety (0 – 200 ppm ± 3 ppm de precisão);

^c11 galpões com cama de diferentes idade com tratamentos químicos.

Fonte: Oviedo-Rondón (2008)

No Brasil, não existem limites legais para a exposição de aves à amônia, entretanto exportadores de carne de frango adotam o limite de exposição constante máximo de 20 ppm, quando as concentrações de amônia em sistemas de criação intensiva fechados podem apresentar, na última semana de produção, valores de até 50 ppm (Miragliotta, 2000; Jones et al., 2005). Alguns autores apontam que, entre os fatores ambientais, os térmicos são os que afetam diretamente as aves, pois comprometem sua função vital mais importante, que é a manutenção de sua homeotermia (Welker, 2008; Barbosa Filho, 2009).

No caso da amônia, pode-se fazer o uso de técnicas para diminuir os níveis de NH_3 no ambiente, visto que a emissão deste gás em instalações avícolas é afetada pelo tipo de construção, umidade da cama e o macroclima local, como temperaturas, ventilação e fluxo, velocidade e umidade relativa do ar (Miragliotta, 2005).

Neste contexto, Miragliotta et al. (2004), ao desenvolverem um software para estimar a emissão de amônia em instalações de frangos de corte, observaram com os dados obtidos a campo que a emissão média de amônia da cama ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$) aumentou à medida que as aves cresceram, sendo que no 28º dia de produção, apresentou diferença numérica entre os valores provenientes de dois galpões (um com ventilação tipo túnel e outro com ventilação convencional), embora não tenha sido encontrada diferença estatística ($P < 0,05$) ao longo da curva (Figura 3).

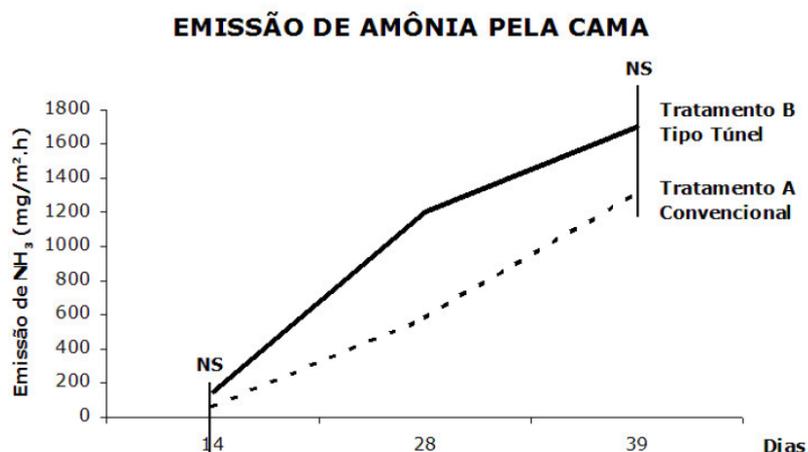


Figura 3. Emissão média calculada de amônia pela cama nos dois tratamentos. NS: não significativo

Fonte: Miragliotta et al. (2004).

Tinôco et al. (2010) desenvolveu estudo comparativo entre dois galpões de produção de frangos, sendo um com e outro sem ventilação. No galpão sem ventilação, foram detectadas concentrações de amônia (29,3 ppm) superiores aos limites aceitáveis para aves de corte (25 ppm). No galpão com ventilação controlada a concentração de NH_3 foi de 23,2 ppm.

Nääs et al. (2007) determinaram a variação da qualidade do ar em aviários com ventilação tipo túnel (G_T) e convencional (G_C). Observaram que a concentração de amônia no G_T foi significativamente superior à do galpão G_C ($P < 0,05$). Também constataram que os picos de concentração de amônia no ar

ficaram acima dos 20 ppm, máximo recomendado às aves a partir do 20º dia de produção, em ambos os galpões e na média diária, por período superior no galpão com ventilação tipo túnel (4h30), quando comparado ao galpão com ventilação convencional (2h45).

Como alternativa às emissões de amônia, Simioni Jr. et al. (2009) mensuram a capacidade de reduzir os níveis de NH₃ volatilizada em ambiente de criação avícola, com aplicação de diferentes aditivos diretamente sobre a cama de frango. Observaram que a utilização de aditivos de atuação microbiológica reduziu os níveis de amônia volatilizada quando comparados com camas sem aditivos. Vigoderis et al. (2010) avaliaram um sistema de ventilação mínima e sua influência na qualidade do ar na criação de frangos de corte. Neste estudo, houve diferença na concentração de CO₂ e NH₃ entre os sistemas, sendo menor no sistema com ventilação mínima (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração de dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃) nos sistemas de produção de frangos de corte com e sem ventilação.

Gás (ppm)	Sistema de ventilação	
	Com ventilação	Sem ventilação
CO ₂	1427,3b	1527,7 ^a
NH ₃	23,2b	29,3 ^a

Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não apresentaram diferença pelo Teste Tukey (P>0,05)

Fonte: Vigoderis et al. (2010).

Carvalho et al. (2011) avaliaram as condições de alojamento de aves em termos da qualidade da cama de frango reutilizada e do ar (produção de amônia), em aviários comerciais de produção com diferentes sistemas de ventilação. Observaram que os aviários com manejo da ventilação mínima não foram eficientes para garantir a qualidade do ar nos pinteiros, pois os valores médios de NH₃ foram superiores ao limite ideal (20 ppm). Também notaram que os aviários com cama reutilizada de casca de café e arroz apresenta melhor qualidade do que a cama reutilizada de maravalha fina.

Estudo conduzido por Abreu et al. (1998), Tabela 04, determinou os efeitos dos sistemas de aquecimento para criação de aves sobre os teores de umidade da cama-de-frango e a de amônia no ambiente. Os maiores teores de amônia foram encontrados nos sistemas de cobertura (células), onde a umidade dentro dos círculos de proteção é maior, principalmente no horário de coleta das 4:00h da manhã.

Tabela 4. Médias de amônia no 7º, 14º e 21º dia de vida de frangos de corte, de acordo com diferentes sistemas de aquecimento.

Tratamentos	Amônia 7º dia	Amônia 14º dia	Amônia 21º dia
Fibra com cobertura	2,145 ^a	5,480 ^a	3,700 ^{ab}
Fibra sem cobertura	1,910 ^{ab}	0,720 ^b	0,840 ^b
Placa sem cobertura	1,135 ^{bc}	0,720 ^b	0,840 ^b
Placa com cobertura	1,116 ^{bc}	3,420 ^{ab}	5,006 ^a
Embutida com cobertura	1,077 ^{bc}	4,005 ^{ab}	2,740 ^{ab}
Embutida sem cobertura	0,840 ^c	0,720 ^b	0,780 ^b
Campânula a gás	0,840 ^c	0,720 ^b	0,780 ^b

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo Teste Tukey (P<0,05).

Fonte: Abreu et al. (1998)

Já Tomazelli et al. (2009) não observaram diferença estatística no teor de umidade de diferentes tipos de cama para frangos de corte, porém o teor de amônia variou com o tipo de cama utilizada, sendo o menor nível na cama de acícula de pinus e o maior na cama de grama (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e erros padrões do teor de amônia de acordo com diferentes materiais de cama de frango

Tratamentos	Umidade (%)	Amônia (ppm)
Acícula de pinus	42,300 ± 3,689	5,250 ± 1,702 ^b
Areia	42,050 ± 2,320	13,000 ± 4,435 ^{ab}
Bagaço de cana	39,875 ± 1,783	6,000 ± 1,568 ^{ab}
Grama	40,550 ± 1,759	16,000 ± 2,915 ^a
Palhada de milho	41,300 ± 1,400	7,875 ± 1,419 ^{ab}

Fonte: Tomazelli et al. (2009).

Oliveira et al. (2013, dados não publicados) mensuraram a concentração dos GEEs (equipamento utilizado INNOVA 1412) na produção de frangos de corte a partir dos 14 dias de alojamento, no ambiente interno e externo de um aviário comercial tipo dark house, com cama de maravalha no terceiro lote, sobre a mesma cama, com 12.300 aves alojadas de linhagem COBB, na região Meio-Oeste Catarinense. Na Tabela 6 pode-se observar o resultado médio do desempenho zootécnico das aves. Na Tabela 7, são apresentados os valores da velocidade do ar, da temperatura e da umidade relativa do ar observados durante o experimento.

No experimento, observou-se que a concentração média de NH₃, CO₂ e N₂O aumentou linearmente com a idade dos frangos, contrariamente ao CH₄, que apresenta queda com o passar dos dias de alojamento (Figura 4). Os resultados encontrados da medição de concentração de gases podem ser observados nas Tabelas 8 e 9 e na Figura 4. Nestas tabelas pode-se observar que o nível médio de concentração de amônia está abaixo do máximo recomendado (25 ppm), porém durante o experimento observou-se picos de amônia, variando entre 15 à 30 ppm, com duração máxima de 6 horas, quando houve o manejo das camas (revolvimento).

Tabela 6. Dados médio de desempenho zootécnico de frangos de corte alojados em sistema dark house.

Peso alojamento (kg)	0,049
Sexo	M
Linhagem Comercial	Cobb®
Peso médio de abate (kg)	2,990
Mortalidade média real (%)	5,391
Média de Conversão alimentar (kg/kg)	1,680

Tabela 7. Dados médios, máximo e mínimo da velocidade, temperatura e umidade relativa do ar observados no ambiente interno do aviário.

Variáveis	Velocidade (m/s)	Temperatura d (°C)	Umidade relativa (%)	Temperatura das camas (°C)
Média	0,81	24,0	78,5	29,3
Máximo	2,55	26,0	87,3	32,4
Mínimo	0,12	19,8	68,6	20,0

Tabela 8. Concentração em ppm de amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) na produção de frangos de corte.

Dias ¹	NH ₃ (ppm)		CO ₂ (ppm)		N ₂ O (ppm)	
	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo
14	2,11±0,41	2,09±0,47	633,21±17,57	554,75±85,24	0,27±0,02	0,27±0,02
27	2,27±0,39	1,29±0,20	559,72±12,80	485,43±5,48	0,27±0,02	0,27±0,02
29	2,22±0,25	0,99±0,14	622,65±10,30	493,81±5,04	0,29±0,03	0,27±0,02
34	2,08±0,19	1,29±0,20	554,75±1,71	453,13±3,76	0,32±0,02	0,29±0,02
41	3,10±0,54	1,70±0,30	776,78±30,62	456,89±8,72	0,32±0,06	0,23±0,02

¹Dias de alojamento

Tabela 9. Concentração em ppm de metano (CH₄) e vapor de água (mg/m³) na produção de frangos de corte.

Dias ¹	CH ₄ (ppm)		H ₂ O (mg/m ³)	
	Interno	Externo	Interno	Externo
14	13,35±0,87	13,59±1,47	16.852,69±209,26	16.134,55±807,10
27	19,97±2,08	20,55±0,76	18.260,34±534,64	18.000,61±67,02
29	17,16±1,09	19,47±0,91	18.462,94±716,69	19.222,81±138,59
34	8,20±0,65	6,47±1,30	18.148,86±46,14	16.090,19±41,02
41	2,72±1,79	7,84±1,64	16.931,13±149,97	15.120,24±154,57

¹Dias de alojamento

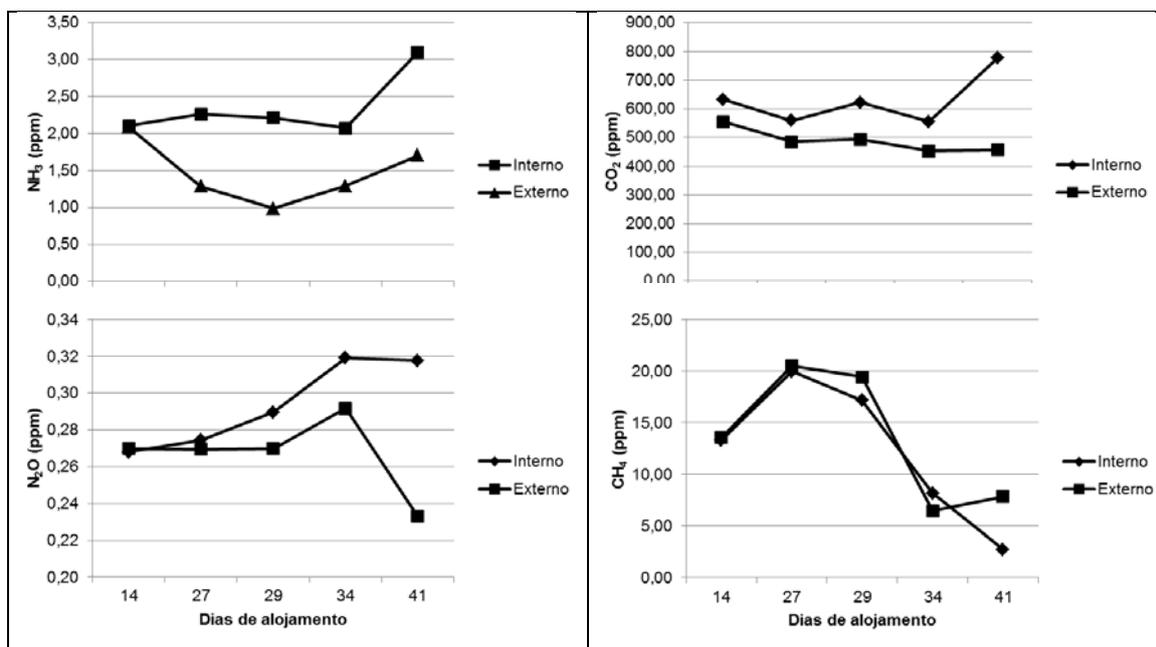


Figura 4. Concentração em ppm de amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) e metano (CH₄) na produção de frangos de corte.

3.0 Uso de aditivos, nas camas, para redução da emissão de amônia

A emissão de amônia em instalações avícolas pode causar impacto negativo nas aves e na saúde dos trabalhadores. Essas emissões podem provocar desconforto aos moradores vizinhos ao aviário. O uso de diferentes aditivos sobre a cama aviária pode provocar a redução da emissão na de

amônia, pH e matéria seca (MS). O uso de aditivos na cama de frango é uma solução rápida e econômica para reduzir a volatilização da amônia e amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido à lesões na pele e também a redução do teor de nitrogênio na cama, porém ele pode diminuir seu valor como fertilizante (OLIVEIRA et al. 2003).

Adicionar elementos químicos à cama altera o pH e propicia um meio desfavorável ao crescimento de microorganismos patogênicos. Trabalhos conduzidos por DaíPra et al. (2009), analisando o pH em cama aviária após o 12º dia de administração do cal virgem (na dosagem de 300g/m²), encontraram pH alcalinos. A aplicação de sulfato de cálcio (sal) na cama de frango, segundo Neme et al. (2000) atua como condicionador, diminuindo o teor de umidade, reduzindo a volatilização de amônia e alterando seu pH.

Moore et al. (1996) verificaram que o sulfato de alumínio reduziu significativamente o pH da cama, principalmente nas quatro primeiras semanas do ciclo e a redução do pH se deve ao fato de o sulfato de alumínio ser um ácido com seis moles de prótons formados para cada mol de sulfato de alumínio dissociado. Os autores citados concluíram que o sulfato de alumínio pode ser adicionado à cama de frango para manter o pH baixo e inibir a volatilização da amônia.

et al. (2004), em experimento utilizando cama sem tratamento, com sulfato de alumínio, com gesso agrícola, com superfosfato simples e com cal hidratada e quatro repetições, não encontraram influência dos condicionadores ($P > 0,05$) sobre a matéria seca, sendo que as amostras da cama foram coletadas no 42º dia de utilização.

O Brasil em função de suas características climáticas possibilita a utilização de aviários abertos e propiciando condições de reutilização da cama usada por diversos lotes (de 6 a 14 lotes consecutivos). Essa prática tem sido muito utilizada, em diferentes regiões, dependendo da recomendação técnica das integradoras. Sendo a cama submetida a diferentes tipos de tratamento para a redução de riscos microbiológicos e redução de emissão de amônia (AVILA et al., 2008). Em cama de frango tratada com gesso agrícola,

et al. (2003) encontraram efeito dos aditivos ($P < 0,05$) sobre o pH. Ressaltar que a quantidade utilizada somente na porção

superfosfato simples, por ser uma substância ácida, espera-se que mantenha o pH, das camas, baixo até o fim do lote. Porém alguns trabalhos de pesquisa tem demonstrado que em função da dosagem utilizada a eficiência desse produto em manter o pH baixo até o fim do lote não tem sido eficaz.

4.0 Conclusão

São poucos os trabalhos desenvolvidos no Brasil para a determinação da emissão de gases de efeito estufa, inclusive a amônia, em aviários comerciais usando metodologias padronizadas e aceitas internacionalmente.

As emissões de amônia em aviários comerciais é diretamente proporcional ao manejo e a idade das camas, bem como ao uso da ventilação mínima, principalmente no inverno.

O uso de aditivos nas camas reduz a emissão de amônia nos aviários não comprometendo o desempenho das aves.

5.0 Referências Bibliográficas

- ABREU, P.G.; BAÊTA, F.C.; ABREU, V.M.N.; SOARES, P.R.; PERDOMO, C.C.; SILVA, M.A. Umidade da cama e teor de amônia em diferentes sistemas de aquecimento de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 98 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 12 e 13 de Maio de 1998, Campinas - SP. **Anais: FACTA - Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas**, 1998, p.68.
- ÁVILA, V. S. de; OLIVEIRA, U. de; FIGUEIREDO, E. A. P. de; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; Rosa, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. In: **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, no. 2, Viçosa Fev. 2008.
- BROWN, R. H.; HARVEY, R. P.; PURNELL, C. J.; SAUNDERS, K. J.; Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 1984, 45, 67.
- BROWN, R. H.; Pure Appl. Chem. 1995, 67, 1423.
- BROWN, R. H.; WRIGHT, M. D. Analyst 1994, 119, 75.
- CARLILE, F.S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World Poultry Science Journal**, v.40, p.99-113, 1984.
- CARVALHO, T.M.R. de; Moura, D.J. de; Souza, Z.M. de; Souza, G.S. de; Bueno, L.G.F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.46, n.4, p.351-361, 2011.
- CRUZ, L.P. DOS; CAMPOS, V.P. Amostragem passiva de poluentes atmosféricos. aplicação ao SO₂. Quím. Nova, v.25, n.3, 2002.
- DAIPRA, M. A.; CORRÊA, É. K.; ROLL, V.F.; XAVIER, E.G.; LOPES, D. C. N.; LOURENÇO, J. T.; ROLL, A. P. Uso de cal virgem para o controle de Salmonella spp e Clostridium spp em camas de aviário. In: **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.4, p.1189-1194, jul, 2009.
- ERISMAN, J.W.; BLEEKER, A.; GALLOWAY, J.; SUTTON, M.S. **Reduced nitrogen in ecology and the environment**. Environment Pollution, 2007, 150, 140-149.
- JONES, E.K.M.; WATHES, C.M.; WEBSTER, A.J.F. **Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience**. Applied Animal Behaviour Science, Londres, v.90, n.3, p.293-308, 2005.
- FREITAS, L.W.; ORRICO, A.C.A.; GARCIA, R.G; SCHWINGEL, A.W.; CALDARA, F.R.; SILVA E.B.A. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama de frango. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais dos trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva**. [Campinas]: FACTA, 2009.
- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os Primeiros Dias de Vida do Frango e a Produtividade Futura. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 11. **Anais. AZEG/ABZ**, p.312-313, Goiania, 2001.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O.; MORAES, V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frango de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1795-1802, 2002.
- JONES, E.K.M.; WATHES, C.M.; WEBSTER, A.J.F. Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. **Applied Animal Behaviour Science**, v.90, n.3, p.293-308, 2005.

- KOCAMAN, B.; ESEBUGA, N.; YILDIZ, A. et al. Effect of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.1, p.26-30, 2006.
- MENEGALI, I. **Diagnóstico da qualidade do ar na produção de frangos de corte em instalações semi-climatizadas por pressão negativa e positiva, no inverno, no sul do Brasil**. Viçosa, MG:UFV, 2005.78p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Campinas, SP, 258 p., 2005.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados**. (Dissertação de mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. 122p.
- MIRAGLIOTTA, M.Y.; NÄÄS, I. de A.; MURAYAMA, M.C.; MOURA, D.J. Software para estimativa de emissão de amônia em alojamento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Agroinformática**, v.6, n.2, p.79-89, 2004.
- NÄÄS, I. de A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M. dos S.; MOURA, D.J. de. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.326-335, 2007.
- ONTARIO, Ministry of the Environment. **Ontario air standards for ammonia**. Ontario: Ontario Ministry of the Environment, 2001. 52p. Disponível em: <http://www.wnw.gov.on.ca/envision/envreg/er/documents/2001/airstandards/pa00e0003.pdf>. Acesso em 23 fev. 2011.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M., R. **Bras. Zootec.** vol.32 no.4 Viçosa July/Aug. 2003.
- OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.37, suplemento especial p.239-252, 2008.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science**, v.59, p.486, 1980.
- SHOOTER, D.; WATTS, S. F.; HAYES, A. J.; *Environ. Monit. Assn.* 1995, 38, 11.
- SIMIONI JR., J.R.; HOMMA, S.K.; GOMES, J.D.F.; PREDOSA, V.B.; XAVIER, J.K.; CHAGAS, P.R.R. Efeito da aplicação de diferentes aditivos na cama avícola sobre os níveis de amônia volatilizada. In: I SIGERA 2009, **Anais...** Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, p.196-200, 2009.
- TERZICH, M.; POPE, M.J.; CHERRY, T.E.; HOLLINGER, J. Survey of pathogens in poultry litter in the United States. **Journal of Applied Poultry Research** v.9, n.2, p.287-291, 2000.
- TOMAZELLI, I. L.; ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N.; FRANCISCON, L.; CESTONARO, T.; HASSEMER, M.J.; DALLA COSTA, C.A. Teor de amônia e condições ambientais de diferentes materiais de cama de frango. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

- AVÍCOLAS, 2009, Porto Alegre. **Anais** dos trabalhos de pesquisa José Maria Lamas de Silva. [Campinas]: FACTA, 2009.
- VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J.P. de; HOLANDA, M.C.R. de. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **Rev. Bras. Zootec.**, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.
- WATHES, C.M. Strive for clean air in your poultry house. **World Poultry Science Journal**, v.15, n.3, p.17-19, 1999.
- WATHES, C.M.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R. et al. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in Northern Europe: overview of a multinational project. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.3-9, 1998.
- ZHONGCHAO, T.; ZHANG, Y. A review of effects and control methods of particulate matter in animal indoor environments. **Air and Waste Management Association** v.54, p.845-854, 2004.