

Avicultura

INDUSTRIAL.COM.BR

Nº 04|2020 | ANO 111 | Edição 1298 | R\$ 26,00

Gessul
AGRIBUSINESS
REFERÊNCIA E INOVAÇÃO



ISSN 1516-3105

**Pandemia
pode afetar acordos, mas deve**

fortalecer exportações BRASILEIRAS

**Os casos de Covid-19 pelo mundo
e a posição do governo argentino devem
travar negociações encaminhadas pelo
Mercosul, mas tendem a beneficiar
o agro do Brasil**

TECNOLOGIAS PARA AVIÁRIOS

Equipamentos inovadores transformam a rotina produtiva em granjas de aves

ESTUDOS DA EMBRAPA

Emissão de gases na produção de frangos de corte em sistema *Dark House*

ESPAÇO DO OVO & DA POEDEIRA

A radiação solar como fator de estresse na criação de aves de postura

EMISSÃO DE GASES NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM SISTEMA DARK HOUSE

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

Por | Paulo Armando V. de Oliveira¹, Graciele Angnes² e Arlei Coldbella³

O modelo de edificação é fator determinante para uma melhor produtividade na produção de frangos de corte. Na avicultura brasileira são utilizados, basicamente, três modelos de edificação, que se diferenciam quanto ao tipo de ventilação, controle de ambiência e programas de iluminação: ventilação natural, ventilação forçada tipo túnel e *Dark House*. Os avanços tecnológicos nas áreas da genética, nutrição e sistemas de produção, na avicultura de corte industrial, possibilitaram grandes avanços produtivos e reduções significativas na excreção de nutrientes e na emissão de Gases de Efeito Estufa (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Porém, para obter melhores resultados nos parâmetros acima citados, a escolha do modelo de ventilação e o modo de gestão da ambiência para a produção de frangos de corte tem uma importância fundamental. As emissões de gases na produção de frangos de corte, em sistemas *Dark House*, têm sido apontada como um dos principais problemas produtivos. Estas emissões são principalmente sob a forma de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), amônia (NH₃) e vapor d'água. No Brasil, são poucos os trabalhos envolvendo emissões de gases em sistemas *Dark House*, principalmente baseada em balanço de massa. O modelo de ventilação escolhido para a produção de frango de corte exerce papel importante na definição do ambiente interno da edificação incluindo a ambiência, manejo e programa de iluminação (TINÔCO, 2001). A ambiência interna das edificações e o desempenho zootécnico na produção de aves têm sido estudada por diferentes pesquisadores, tanto na Europa como nos Estados Unidos, assim como diferentes metodologias de avaliação, destes ambientes têm sido propostas (ROBIN *et al.*, 2010). ROVARIS *et al.* (2014) e ROBIN *et al.*, 2010 desenvolveram estudos avaliando o desempenho produtivo dos sistemas tipo *Dark House* e convencional na produção de frangos de corte.

O aumento dos "Gases de Efeito Estufa" (CO₂, CH₄ e N₂O) e o vapor d'água na atmosfera tem sido apontado como uma das principais causas das mudanças climáticas porque aumentam o potencial de aquecimento global. 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 em torno de 23 vezes maior para o metano e de 296 vezes maior para o óxido nitroso em relação ao CO₂ (SNYDER *et al.*, 2008).

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. 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, a concentração de amônia recomendada é de no máximo 25 ppm, quando ela for superior a 60 ppm, 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 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). 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 NH₃ foi de 23,2 ppm. 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, com maior potencial de produção de gases oriundos da fermentação desse material (FREITAS *et al.*, 2009), porém OLIVEIRA *et al.* (2012), em estudo desenvolvido, demonstrou que em função do avanço genético e da nutrição as emissões de gases foram reduzidas. Os resíduos gerados nesta produção possuem concentrações importantes de nitrogênio, fósforo, potássio, traço de minerais como cobre e zinco, 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).

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 01).

Tabela 01. 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)

A emissão de gases na produção de aves e suínos tem sido estudada por diferentes pesquisadores, tanto na Europa como nos Estados Unidos, assim como diferentes metodologias têm sido proposta para a determinação destas emissões (ROBIN *et al.*, 2010).

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.* (2009), CETESB (2011) pelo fato de o Brasil liderar a produção e exportação de vários produtos de origem agropecuária, principalmente de frangos (BRASIL, 2017).

OBJETIVO DO PRESENTE TRABALHO

O presente estudo teve como objetivo medir a produtividade e a emissão de gases de efeito estufa e amônia em diferentes uni-

dades de produção de frangos de corte que utilizam o sistema *Dark House*. O estudo foi dividido em três trabalhos. No primeiro, estudamos a implantação do sistema *Dark House* em uma granja comercial de produção de frangos de corte. Nesta granja o produtor inicialmente começou com o sistema convencional, depois passou para o tipo túnel e finalmente adotou o *Dark House*. No segundo trabalho, estudamos a concentração de gases em uma granja comercial, com observação contínua desta concentração. No terceiro trabalho estudamos a concentração e emissão de gases em três granjas comerciais e determinamos o fluxo de emissão destes gases.

RESULTADOS OBTIDOS

Trabalho 01 - Implantação do sistema *Dark House* em uma granja comercial

Foi desenvolvido um estudo em uma granja comercial de produção de frangos de corte modelo *Dark House*, localizada na microrregião de Alto Bela Vista, no meio oeste catarinense. A edificação tem capacidade atual de alojamento em torno 13.689 aves (14,26 aves/m²). Foram utilizadas neste estudo linhagens Cobb e Ross. O estudo foi desenvolvido avaliando o histórico de 74 lotes de produção de frangos de corte, criados de ago/2004 a fev/2018, sendo distribuídos em 44 lotes de linhagem Ross e 30 lotes de linhagem Cobb. A edificação sofreu diferentes mudanças no decorrer do tempo, porém permanecendo com a mesma cobertura, pé-direito e área produtiva (m²). No ano de 2004, a edificação começou sua produção de frangos de corte com Sistema de Ventilação Natural (SVN), com cortinas laterais em PVC e possibilidade de abertura ou fechamento, determinadas pelas condições ambientais de temperatura e umidade exterior. Após 21 lotes de produção no sistema SVN, no ano de 2008, ela foi transformada para Sistema de Ventilação Tipo Túnel (SVT), com cortinas laterais duplas em PVC, com possibilidade de abertura ou fechamento. No ano de 2012, após 24 lotes produzidos no SVT, a edificação foi modificada para implantação do Sistema *Dark House* (SDH), com forro em PVC plastificado de cor preta, fechamento laterais com painéis de maderite naval (4 mm) interno e cortinas em PVC externa para evitar a exposição direta dos painéis de maderite ao Sol e a chuva. No sistema SDH foram avaliados 29 lotes de produção de frangos de corte. No estudo destes modelos de produção foram avaliados os seguintes parâmetros: número de aves alojadas; densidade de aves por m²; peso médio de alojamento (g); número de dias de alojamento; percentagem de aves eliminadas por lote (%); percentagem de mortalidade por lote (%); peso médio final por ave (kg); consumo médio de ração por ave (kg); Conversão Alimentar (CA) e Índice de Eficiência Econômica (IEE). Na Tabela

02, são apresentadas algumas características dos diferentes modelos de sistemas de ventilação, o número de lotes estudados em cada sistema, as linhagens utilizadas e a quantidade de frangos de corte alojados por lote. O IEE, analisado neste estudo, foi calculado utilizando-se a seguinte equação:

$$IEE = \frac{(\text{Peso médio corporal (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)})}{(\text{Conversão Alimentar} \times \text{Idade})} \times 100$$

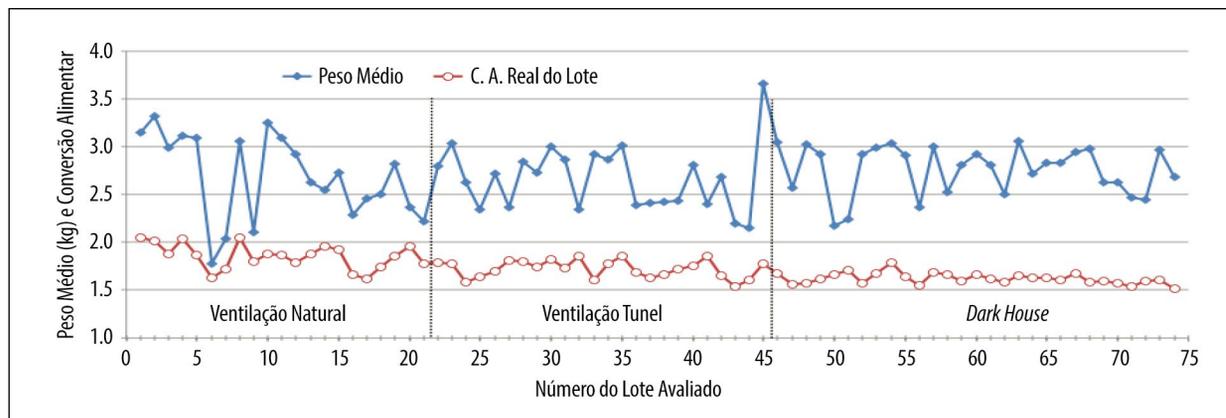
Tabela 02. Descrição dos parâmetros iniciais de produção, utilizados nos diferentes modelos de produção de frangos de corte

Parâmetros Observados	Modelos de Sistemas de Produção		
	SVN	SVT	SDH
Número de lotes	21	24	29
Número de lotes, Linhagem Ross	17	24	3
Número de lotes, Linhagem Cobb	4	0	26
Número de aves alojadas/lote	11.376±165	12.384±135	13.689±96

Obs: Sistema Ventilação Natural (SVN) e Ventilação Túnel (SVT); Sistema *Dark House* (SDH); Média ± erro padrão. Na comparação dos sistemas foram calculados as médias e os respectivos erros-padrão, sendo consideradas diferenças significativas sempre que os intervalos cobertos por dois erros-padrão ± médios dos sistemas não se sobreponham

O número de aves alojadas nos três modelos de produção estudados (Tabela 02) demonstra que com a mudança no modelo produtivo, para a mesma área de construção, é possível aumentar de 11.376 aves no SVN para 13.689 aves no SDH, com acréscimo de 20,3% no número de aves alojadas na edificação (14,26 aves/m²). O peso médio de alojamento, entre os diferentes lotes, não sofreu diferenças significativas, assim como no número de dias de alojamento e a percentagem de frangos eliminados (Tabela 03). A mortalidade (%) do lote foi maior nos modelos SVN e SVT, quando comparada ao modelo *Dark House* (SDH), 5,38±0,32; 5,68±0,36 e 3,70±0,32, respectivamente (Tabela 03). O peso médio final do lote (kg) foi similar para os modelos estudados (Tabela 03), com ligeiro acréscimo de 9 g para o SDH. O consumo médio de ração por ave, porém, foi menor no sistema *Dark House* (4,49±0,09 kg/ave), principalmente quando comparado ao SNV (5,02±0,24 kg/ave). Esse fato resultou na conversão alimentar média dos lotes estudados inferior no SDH (1,62±0,01) em comparação aos sistemas SVN (1,86±0,03) e SVT (1,74±0,02), o que corresponde a 0,24 e 0,12 kg de ração por kg de frango a mais quando comparamos o SDH aos modelos SVN e SDH, respectivamente. Se consideramos essa diferença (0,24 kg/kg

Figura 01. Evolução do peso médio e da conversão alimentar nos modelos de produção de frangos de corte avaliados



de frango), considerando um peso médio por frango de 2,71 kg, teremos 0,650 kg a mais de ração por frango. Considerando um lote fictício médio de 12.362 frangos, teremos um acréscimo de 8.040 kg de ração para lote de frangos criados no SVN, quando comparado a um mesmo lote criados no SDH.

Tabela 03. Valores médios dos parâmetros avaliados para os modelos: Ventilação Natural (SVN), Ventilação Tipo Túnel (SVT) e Dark House (SDH)

Parâmetros Avaliados	Modelo de Edificação		
	SVN	SVT	SDH
Número de aves por m ²	11,85±0,18	12,9±0,15	14,26±0,11
Peso médio por ave alojada (gr)	43,9±0,60	43,6±0,85	49,9±1,19
Número médio de dias de alojamento	43,9±1,14	41,46±0,73	40,79±0,46
Média de Aves eliminadas do lote (%)	3,01±0,21	3,27±0,22	2,59±0,27
Mortalidade média do lote (%)	5,38±0,32	5,68±0,36	3,70±0,32
Peso médio final dos frangos (kg)	2,69±0,10	2,67±0,07	2,76±0,05
Consumo total médio de ração (kg)	5,02±0,24	4,64±0,15	4,49±0,09
CA Real do lote (média)	1,86±0,03	1,74±0,02	1,62±0,01
Média do IEE	312±5,9	352±5,8	401±5,4

Obs: Ventilação Natural (SVN); Ventilação Tipo Túnel (SVT); Sistema *Dark House* (SDH). **Valores:** Médias ± erros padrão

A maior diferença encontrada foi no Índice de Eficiência Econômica (IEE), que foi maior no sistema *Dark House* (401 ± 5,4), quando comparado aos outros dois sistemas estudados. O que significa que o modelo de edificação oferece melhor ambiente térmico interno, reduzindo a influência das condições ambientais externas

a edificação. Na Tabela 03, pode-se observar que o sistema *Dark House* proporciona melhores índices de desempenho zootécnico dos frangos de corte, quando comparados aos modelos de ventilação natural e ventilação tipo túnel. Entretanto, deve-se considerar na comparação destes modelos de produção, nestes 74 lotes estudados, que podem existir alguns fatores a serem considerados como manejo, alimentação e melhoramento genético, que podem induzir a falsos ganhos comparativos. Porém, devemos considerar que a produção de frangos foi manejada pelo mesmo produtor, que a empresa integradora sempre foi a mesma, que não houve modificações estruturais na edificação e na área construída, e também que pode haver diferença de desempenho zootécnico devido a diferença genética entre as linhagens Coob e Ross. A Figura 01 apresenta a evolução do ganho de peso (kg) e da conversão alimentar nos modelos SVN, SVT e SDH ao longo de 74 lotes de produção de frangos de corte. Pode-se observar a diferença que ocorreu no comportamento da conversão alimentar entre os modelos estudados variando em média entre 1,86 ± 0,03 (SVN) para 1,62 ± 0,01 (SDH). Podemos concluir que o modelo *Dark House* oferece melhor controle do ambiente interno das edificações, para a produção de frangos de corte, o que resulta em melhores índices zootécnico e na redução no consumo total de ração, por lote produzido. O Índice de Eficiência Econômica (IEE) é maior no sistema *Dark House*, quando comparado aos sistemas convencionais de ventilação natural e de ventilação tipo túnel, usados na produção de frangos de corte.

Trabalho 02 - Concentração de gases em uma granja comercial de produção de frangos

O trabalho foi desenvolvido (2013) com objetivo de mensurar a concentração de gases (analisador de gás fotoacústico INNOVA 1412) na produção de frangos de corte a partir dos 14 dias de alojamento, no ambiente interno e externo, em aviário comercial tipo *Dark Hou-*

se, com 12.300 aves alojadas de linhagem Cobb, com cama de maravalha no terceiro lote, na região meio-oeste catarinense. Na Tabela 04 pode-se observar o resultado médio do desempenho zootécnico das aves. Na Tabela 05, são apresentados os valores da velocidade do ar, da temperatura e da umidade relativa do ar observados durante o período de observação.

Tabela 04. 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

No trabalho, observou-se que a concentração média de NH₃, CO₂ e N₂O aumentou linearmente com a idade dos frangos (Figura 02). Os resultados encontrados da medição de concentração de gases podem ser observados nas Tabelas 06 e 07 e na Figura 02. Nestas tabelas pode-se observar que o nível médio de concentração de amônia está abaixo do máximo recomendado (20 ppm), porém durante o experimento observou-se picos instantâneos de amônia, variando entre 15 à 40 ppm, com duração máxima de três à quatro horas, quando houve o manejo das camas (revolvimento).

Tabela 05. Dados médios, máximo e mínimo da velocidade, temperatura e umidade relativa do ar observados no ambiente interno do aviário *Dark House*

Variáveis	Velocidade (m/s)	Temperatura (°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 06. Concentração em ppm de amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) na produção de frangos de corte no aviário *Dark House*

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 07. Concentração do vapor d'água (mg/m³ de ar) na produção de frangos de corte em aviário *Dark House*

Dias ¹	H ₂ O (mg/m ³)	
	Interno	Externo
14	16.852,69 ± 209,26	16.134,55 ± 807,10
27	18.260,34 ± 534,64	18.000,61 ± 67,02
29	18.462,94 ± 716,69	19.222,81 ± 138,59
34	18.148,86 ± 46,14	16.090,19 ± 41,02
41	16.931,13 ± 149,97	15.120,24 ± 154,57

¹Dias de alojamento

Podemos concluir que as emissões de gases observadas durante a produção de frangos de corte, no modelo *Dark House*, em média, estiveram dentro das recomendações técnicas existentes, embora tenha ocorrido picos (Figura 03) de NH₃ durante os revolvimentos das camas.

Trabalho 03 - Concentração e emissão de gases em três granjas comerciais

O trabalho desenvolvido foi para determinar as emissões de gases em três granjas comerciais avaliando-se lotes por granja, totalizando dez lotes de frangos de corte. O experimento foi conduzido em três granjas comerciais de frangos de corte localizadas na região oeste de Santa Catarina, entre outubro de 2014 e maio de 2015. As granjas foram chamadas de DH1, DH2 e DH3; na granja DH1

observou-se quatro lotes, sendo nas demais observados três lotes de produção. As aves observadas durante a experimentação foram machos Cobb 500, com um período de crescimento médio de 41 dias.

As granjas avaliadas foram de integrados de uma mesma agroindústria, e o primeiro lote analisado foi iniciado no mesmo dia para reduzir as diferenças de idade de abate, peso corporal e regime de alimentação entre as granjas. Todas as granjas tinham o modelo de produção tipo *Dark House*; elas foram selecionadas tendo-se o cuidado para que fossem o mais próximo possível, entre elas, para garantir que as condições

climáticas externas fossem consistentes evitando-se variações microclimáticas. Dados climáticos para a região estudada mostraram que os meses mais frios e mais quentes são, respectivamente, julho (média diária de 15°C) e janeiro (média diária de 26,1°C). Em todas as granjas, os frangos foram criados com cama reutilizada. O substrato que formava as camas teve uma mesma origem e eram constituídos de maravalha de madeira de pinus. A cama de aviário foi reutilizada por dez lotes antes de iniciar esta pesquisa. Ao final de cada ciclo produtivo, a camada superior compactada de cama foi removida e óxido de cálcio (CaO) foi aplicado entre os lotes em todas as instalações (600 mg/m²). O intervalo regular entre os lotes foi de seis a dez dias. Um dia antes do alojamento das aves, o pinteiro foi preparado no centro das instalações com a adição de 2 cm de maravalha. Quando as aves atingiram 14 dias, a cama passou a ser revolvida diariamente até 30 dias.

Figura 02. Concentração média em ppm de amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) na produção de frangos de corte em aviário Dark House

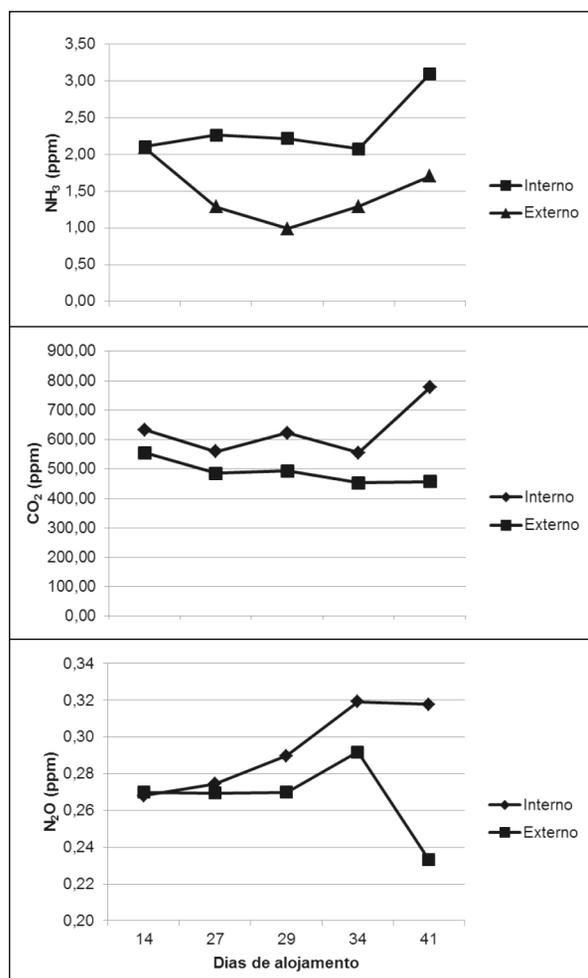
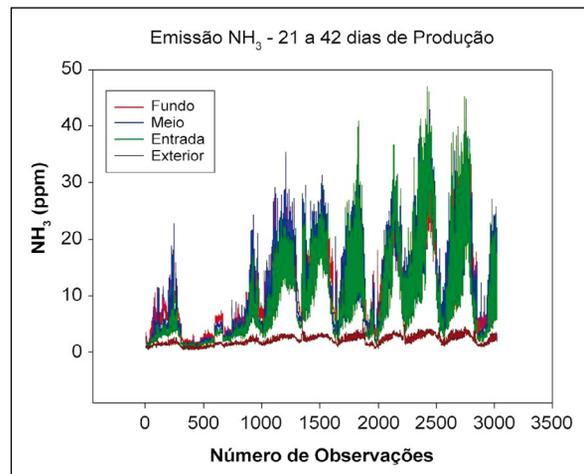


Figura 03. Concentração contínua em ppm de amônia (NH₃), do dia 21 aos 42 dias de alojamento, em três pontos diferentes dentro do aviário e no meio exterior, na produção de frangos de corte em aviário Dark House



As concentrações de gases (ppm) NH₃, CO₂, CH₄ e N₂O foram mensuradas semanalmente com o auxílio de sacos especiais constituídos de polímero termoneutro (Tedlar), no período matutino e vespertino, no interior e exterior das instalações. A amostragem de ar foi realizada com o auxílio de um dispositivo composto por um filtro de ar, uma bomba, um saco do tipo Tedlar® e tubo de Teflon (4 mm de diâmetro), cada amostragem teve duração de 30 minutos e foi realizada percorrendo toda a extensão da instalação seguindo recomendações de HASSOUNA & EGLIN, (2015). As concentrações dos gases foram determinadas utilizando o analisador de gás fotoacústico (INNOVA 1412).

Para validação dos fatores de emissão, o balanço de massa de carbono, nitrogênio e fósforo foi realizado contabilizando o peso de todas as entradas e saídas com a maior precisão possível. A diferença de massa entre as entradas e saídas foi então assumida como sendo perdida na forma de gases para o ambiente. Para cada elemento, a excreção total foi calculada a partir da diferença entre a ingestão total e a deposição corporal em aves abatidas e mortas. A deposição corporal para N, P e C foi calculada considerando o conteúdo corporal médio estimado por ITAVI (2013). Os *inputs* e a concentração de P da cama foram usados para calcular e verificar o balanço de massa da granja, seguindo recomendações de PAILLAT *et al.*, (2004).

Os cálculos são verificados estimando-se as perdas de C e N e verificando o balanço das perdas de água. As emissões são calculadas em quantidade de C-CO₂, C-CH₄, N-NH₃ e N-N₂O emitidas por unidade de tempo, ou seja, por exemplo, a quan-

tidade de carbono emitido sob a forma de CO_2 , ou de nitrogênio sob a forma de NH_3 (ROBIN *et al.*, 2009).

As concentrações médias observadas a cada semana para todos os lotes nas granjas observadas DH1, DH2 e DH3 são apresentadas nas Tabelas 08 e 09. Nas tabelas são mostradas a concentração média de NH_3 e CO_2 e desvio padrão por período do dia para todos os lotes. Nas Tabelas 08 e 09 é possível observar que não houve diferença significativa entre as granjas nas concentrações de NH_3 e CO_2 .

Tabela 08. Concentrações médias e desvio padrão de NH_3 por semana

Semana	DH1 (ppm-v)	DH2 (ppm-v)	DH3 (ppm-v)
1	5.4±2.1a	5.8±2.9a	6.7±4a
2	5.0±2.2a	5.2±2.2a	11.1±9a
3	12.4±6.6a	8.1±7.3a	13.7±10a
4	12.3±6.7a	6.6±4.3a	10.1±5.7a
5	8.7±6.5a	10.5±6.9a	5.7±2.1a
6	9.3±7.5a	6.3±2.3a	3.6±1a

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$)

Tabela 09. Média e desvio padrão das concentrações de CO_2 por semana

Semana	DH1 (ppm-v)	DH2 (ppm-v)	DH3 (ppm-v)
1	1213±490a	903±491a	784±227a
2	1134±513a	996±373a	769±181a
3	1052±353a	990±358a	900±451a
4	1041±353a	902±207a	764±231a
5	830±187a	757±56a	930±329a
6	959±321a	722±39a	766±63a

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$)

A Tabela 09 mostra os valores médios da concentração de dióxido de carbono (CO_2) para os períodos observados nas seis semanas do ciclo de produção.

Os valores da concentração de amônia foram mais altos pela manhã, excedendo uma concentração máxima de 25 ppm na semana 4, quando o revolvimento da cama foi realizado no DH2, mas essa concentração foi observada apenas em um lote. As concentrações à tarde tiveram um perfil semelhante ao longo das semanas. Nos resultados da Tabela 08, pode-se observar que há um efeito de interação diurna entre uma e cinco semanas para o NH_3 . À tarde, não há efeito da idade nas concentrações de NH_3 , diferentemente



Filtro de ar para coleta de gases

da manhã que mostrou diferenças ($P \leq 0,05$) entre as semanas 4 e 1, 2 e 6. Os valores médios de concentração foram maiores entre a terceira e a quinta semana, correspondendo às semanas em que a mistura da cama era realizada diariamente pela manhã. Durante o período em que nenhuma mistura de cama foi realizada, não houve diferenças entre as semanas.

Em todos os períodos, os valores de dióxido de carbono encontrados nas instalações estavam dentro do limite aceitável de 3.000 ppm (CIGR 1994; WATHES, 1999; NÅÅS *et al.*, 2007) para instalações de aves (Tabela 10).

Valores mais altos de concentração de CO_2 foram observados pela manhã, porque provavelmente as temperaturas e a velocidade do ar eram mais baixas. A concentração mais alta foi encontrada na segunda semana e depois diminuiu (Tabelas 09 e 10). Embora se saiba que as aves são responsáveis pela produção da maior parte do CO_2 nas produções de frangos e há uma correlação positiva com a idade e a concentração, esse comportamento não foi observado, provavelmente devido ao aumento da taxa de troca de ar para manter as condições mais adequadas para as aves, como conforto dos animais e outras variáveis que afetam as concentrações.

As concentrações máximas observadas para o CO_2 não excederam 2.159 ppm, indicando que as condições de manejo (ventilação) garantiram boas condições de qualidade do ar para os animais ao considerar o CO_2 . Existe uma correlação entre a concentração de CO_2 e a temperatura externa, entalpia interna, velocidade do ar ($p < 0,05$), mas o coeficiente de determinação foi menor que 0,6.

FLUXO DE EMISSÃO DE GASES

Os fluxos de emissão de NH_3 -N e CO_2 -C são apresentados nas Tabelas 11 e 12. Nestas tabelas, os fluxos de emissão foram expressos em proporções de C e N (CO_2 -C e NH_3 -N), sendo as conversões realizadas com base em pesos moleculares. O fluxo de CO_2 -C apresentou comportamento semelhante em todas as granjas, apresentando aumento de acordo com a idade dos ani-

Tabela 10. Médias e erros padrão das concentrações de amônia e dióxido de carbono por período do dia e idade das aves

Semana	CO ₂ (ppm-v)			NH ₃ (ppm-v)		
	Manhã	Tarde	Dia	Manhã	Tarde	Dia
1	1220±154abA	764±87aB	992± 101	7.78±1.09bcA	4.15±0.60aB	5.9±0.7
2	1262±175aA	751±47aB	1007± 110	7.59±1.90bcA	3.87±0.63aB	5.7±1
3	968±129abA	735±110aB	851± 88	13.22±3.63abcA	6.09±1.82aB	9.6±2.2
4	1195±130abA	780±47aB	987± 82	16.74±2.56aA	7.16±1.06aB	11.9±1.7
5	967±73abA	870±87aB	919± 56	12.09±2.07abA	8.19±1.51aB	10.1±1.3
6	803±69bA	763±36aA	784± 39	6.53±1.55cA	5.45±0.77aA	6±0.8

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey-Kramer ($p \leq 0,05$); Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste F ($p \leq 0,05$)

mais. O fluxo começou entre 300±66 e 582±169 mg ave/hora e aumentou para cerca de 1550±279 e 1991±276 mg ave/hora.

Tabela 11. Média do fluxo de emissões de dióxido de carbono (CO₂-C) observado nas semanas. Os fluxos de emissão foram expressos em proporções de carbono

Semana	Fluxo CO ₂ -C (mg ave ⁻¹ h ⁻¹)		
	DH1	DH2	DH3
1	582±169	300±66	394±124
2	816±229	596±83	370±89
3	850±233	922±192	572±68
4	1255±131	1283±48	1075±238
5	1661±116	1512±251	1502±237
6	1991±276	1888±185	1550±279

Tabela 12. A média do fluxo de emissões de amônia (NH₃-N) observado nas semanas. Os fluxos de emissão foram expressos em proporções de nitrogênio

Semana	Fluxo NH ₃ -N (mg ave ⁻¹ h ⁻¹)		
	DH1	DH2	DH3
1	3.2±0.7	5.3±1.7	6.1±1.5
2	4±0.7	8.7±3.1	6.7±1.1
3	20.2±5.9	31.7±8.3	11.2±0.8
4	28.8±4.3	37.3±2.6	21.4±5
5	37.9±4.9	35.6±9.6	35±6.5
6	38.3±7.3	26.7±3.1	33.2±9

O fluxo de NH₃-N (Tabela 12) começou em torno de 3,2±0,7 e 6,1±1,5 mg ave/hora entre as granjas na primeira semana, aumentando com a idade dos animais, atingindo os valores máximos observados na quinta e sexta semana, no DH1 e DH3. DH2 apresentou um comportamento diferente. O fluxo médio foi de 21,49 mg ave/hora considerando todas as granjas.

Através dos resultados observado, é possível identificar que há um efeito da idade, em semanas, que contribui para o aumento das emissões.

O fluxo de emissão de NH₃ observado entre os lotes avaliados foi de 0,34 a 0,85 g de NH₃ aves/dia. A variabilidade observada no fluxo de emissão de NH₃ também ocorreu na taxa de emissão de CO₂. A variabilidade nas emissões de NH₃ foi obtida por meio da razão entre a emissão de NH₃ e a emissão de CO₂ (CO₂/NH₃). As maiores relações de CO₂/NH₃ ocorreram quando menores perdas de NH₃ foram observadas, variando de 93,4 à 285. Isto é, quando a taxa de emissões de NH₃ foi menor, a proporção foi mais elevada. A granja onde ocorreu a menor taxa média de emissões de NH₃ foi a DH1. A granja onde ocorreu o menor fator médio de emissão de CO₂ foi DH2. A taxa de emissão de CO₂ (respiração + emissão de gás) entre os lotes variou de 73 a 128 g aves/dia, a média foi de 100,2 g aves/dia e as perdas totais de CO₂ foram de 2,9 kg a 5,2 kg/aves. A maior taxa de emissão de CH₄ foi no DH1. As emissões variam de 0,05 a 0,49 g ave/dia entre todos os lotes. As emissões diárias de N₂O variam entre 0,03 e 0,08 g ave/dia. Para os períodos de medição (lotes) em cada galpão, foram calculadas as estimativas de balanço hídrico (referência) e de emissões pelo método da razão de concentração (Tabela 13). O erro de medição para este método foi inferior a 10%. A diferença observada entre o balanço hídrico e as emissões estimadas pelo método da razão de concentração variou entre 2% e 5,9%. Esses valores estão próximos das diferenças observadas por PONCHANT *et al.*, (2008), avaliando a emissão de gases na produção de frangos de corte no verão. Os resultados obtidos permitem validar as estimativas de emissão obtidas pelo método da razão de concentração. Ao integrar as emissões diárias, as emissões acumuladas são determinadas pelo ciclo de produção, considerando que, ao longo de um ano, 6,5 lotes de produção são produzidos.



Tabela 13. Método da razão de concentração de validação por água

Granja	DH1				DH2			DH3		
	Lote	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Balanço Massa (kg/galpão)	141123	139289	136625	138607	91929	88316	90158	70558	71789	72053
Razão de Concentração (kg/galpão)	136231	135456	139389	133100	87520	90789	86345	68350	67549	69341
Diferença	4892	3833	-2764	5507	4409	-2473	3813	2208	4240	2712
Diferença (%)	3.4	2.7	-2.0	3.9	4.7	-2.8	4.2	3.1	5.9	3.7

A soma das emissões acumuladas de cada ciclo produtivo resulta nas emissões acumuladas por 6,5 lotes de aves alojadas em um ano, ou seja, determinadas por um período de 365 dias.

O fluxo de emissão anual de NH₃ foi de 168±43 g aves/galpão/ano e 2,3±0,6 kg/m²/ano, para N₂O foi de 16±4 g aves/galpão/ano e 224±56 g/m²/ano e para CH₄, foi de 61±16 g aves/galpão/ano e 854±86 g/m²/ano.

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que as taxas médias de emissões de gases na produção de para frangos de corte, em sistema "Dark House", com reuso intensivo de cama (11 a 17 lotes) foram de 0,63 ± 0,16; 100,2 ± 16; 0,23 ± 0,15 e 0,06 ± 0,02 g ave/dia para NH₃, CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente. As emissões de NH₃ são influenciadas pelo peso das aves, taxa de ventilação, período do dia e concentração de N. A condição climática pode ter um efeito indireto das condições da cama, porque as taxas de ventilação podem promover condições que podem aumentar ou diminuir as emissões.

Para o CO₂, as emissões são influenciadas pela taxa de ventilação, temperatura externa e peso das aves. Estima-se que a fração de CO₂ emitida pelas camas seja de 25%.

Embora os fluxos de obtidos no Brasil não podem ser idealmente comparáveis aos fluxos de emissão observadas em outros países, devido a diferentes manejos, tipo de instalação e clima. Os resultados encontrados neste estudo são semelhantes aos valores observado por MILES *et al.*, (2014) e HENN *et al.* (2015).

DESAFIOS PARA PESQUISA

- ▶ A quantificação direta e o monitoramento de emissões gasosas em sistemas de produção de aves têm sido um grande desafio para a comunidade científica. O principal problema está relacionado à falta de padronização metodológica e ao custo de aplicação das metodologias contínuas.
- ▶ Desenvolver um protocolo de coleta de dados que permita monitorar o maior número possível de aviários, maior

número de lotes no tempo determinado, intervalo entre coleta de dados e determinação de emissão de gases, além da disponibilidade de equipamentos de baixo custo.

- ▶ Desenvolver e aplicar metodologias simplificadas que permitam a quantificação de emissões em um grande número de sistemas de produção. ¹⁰

¹Engenheiro Agrícola, Dr., pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, (49) 3441-0400,

paulo.armando@embrapa.br

²Engenheira Ambiental, Dr^a, Esalq/USP, Piracicaba-SP, (19) 3447-8510, graciangnes@usp.br

³Veterinário, Dr., Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia-SC, (49) 3441-0400, arlei.coldebella@embrapa.br



As Referências Bibliográficas deste artigo estão disponíveis no site de Avicultura Industrial por meio do link: www.aviculturaindustrial.com.br/darkhouse1298





APRESENTA:



PRÊMIO QUEM É QUEM 2020

MAIORES E MELHORES COOPERATIVAS DE AVES E SUÍNOS

29 • SETEMBRO

MEDIANEIRA • PARANÁ • BRASIL

HORÁRIO: 18H

Em sua quinta edição, o **Prêmio Quem é Quem** será realizado na abertura da **AveSui América Latina 2020**. Idealizado pelas revistas **Avicultura Industrial** e **Suinocultura Industrial**, com apoio patronal da **Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB)**, a premiação será dividida em onze categorias:



AMBIENTAL



BIOMASSA & BIOENERGIA



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



ECONÔMICO-FINANCEIRO



GESTÃO OPERACIONAL



INOVAÇÃO



MELHOR COOPERADO



MULHER COOPERADA



SOCIAL



TÉCNICO/ASSISTÊNCIA TÉCNICA



VAREJO



Avicultura
INDUSTRIAL.COM.BR

Suinocultura
INDUSTRIAL.COM.BR



Para mais informações entre em contato: +55 11 93292.1843 +55 11 4013.1277 gessulli@gessulli.com.br