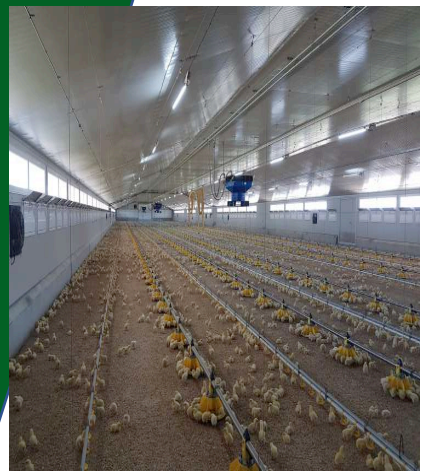
# Emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte em sistemas “Dark House”

**Paulo Armando V. de Oliveira**
**Dr. Construções e Ambiência Animal**

Pesquisador da Embrapa Suínos e Aves







# Evolução histórica da avicultura de corte no Brasil (1930 até 2015)

| Ano | PV^ (g) | GPD^^ (g) | Idade Abate (dias) | Conversão Alimentar | Mortalidade (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1930 | 1500 | 13,9 | 108 | 3,55 | 20,0 |
| 1940 | 1550 | 15,4 | 101 | 3,04 | 17,2 |
| 1950 | 1580 | 22,0 | 72 | 2,58 | 15,2 |
| 1960 | 1600 | 27,9 | 57 | 2,25 | 13,1 |
| 1970 | 1700 | 33,9 | 50 | 2,15 | 11,2 |
| 1980 | 1800 | 36,0 | 50 | 2,10 | 9,5 |
| 1985 | 1890 | 38,7 | 49 | 2,08 | 8,8 |
| 1990 | 2061 | 45,1 | 46 | 2,06 | 5,9 |
| 1995 | 2187 | 47,9 | 46 | 2,02 | 5,5 |
| 2000 | 2426 | 53,1 | 46 | 1,94 | 4,5 |
| 2005 | 2481 | 54,7 | 45 | 1,86 | 4,3 |
| 2010 | 2643 | 58,6 | 45 | 1,80 | 3,9 |
| 2015# | 2788 | 64,8 | 43 | 1,70 | 3,7 |

OBS:- Atualmente a CA situa-se entre 1,45 e 1,55
- Idade de Abate entre 38 e 40 Dias (2,65 kg).







Fonte: Embrapa (2020) e IBGE (2015)







# Conceito de Bem-Estar Animal (BEA)

Segundo Protocolo :

WELFARE QUALITY

**Os Princípios Básicos São:**

a) **Saúde (Minimização de Doenças, Lesões e Dor causadas)**

b) **Alimentação (Água e Ração)**

c) **Alojamento (Área Descanso, Conforto Térmico, Gases, Poeira)**

d) **Expressão do comportamento Natural**







# Conceito de Ambiência

## Principais Parâmetros Ambientais a serem Observados nas Edificações



- Ambiente Externos e Interno das Edificações

» Temperatura (ºC); Umidade Relativa do Ar (%)

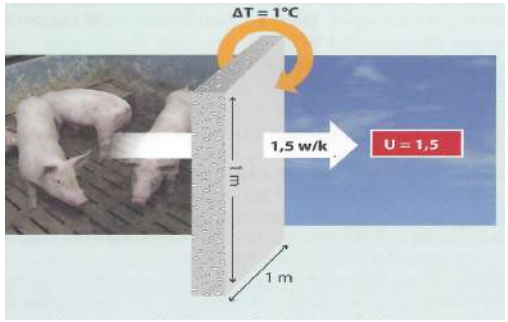
» Velocidade do Ar (m/s)

» Concentração de Gases ($CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, $NH_3$ e $H_2S$) e Poeira (mg/m³)

» Isolamento térmico da Edificação

» Temperatura da água (ºC)

» Monitoramento e Automação



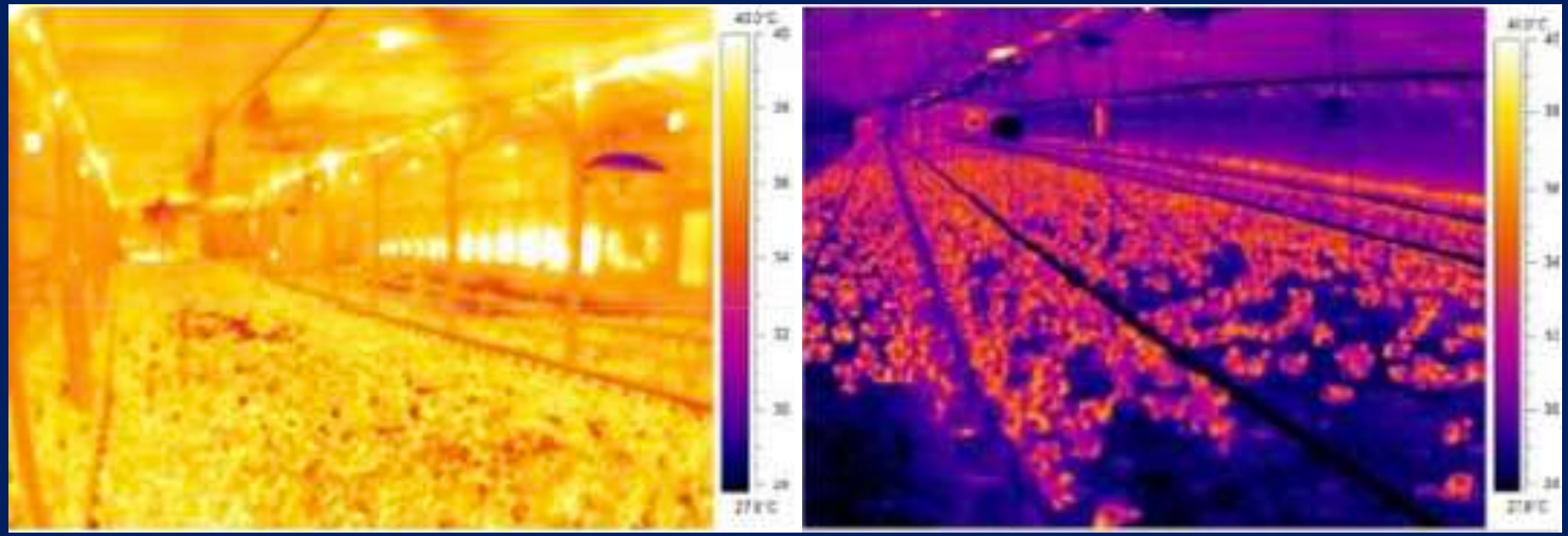



# Comparativo do Sistema Convencional X Dark House



Blue House | Dark House

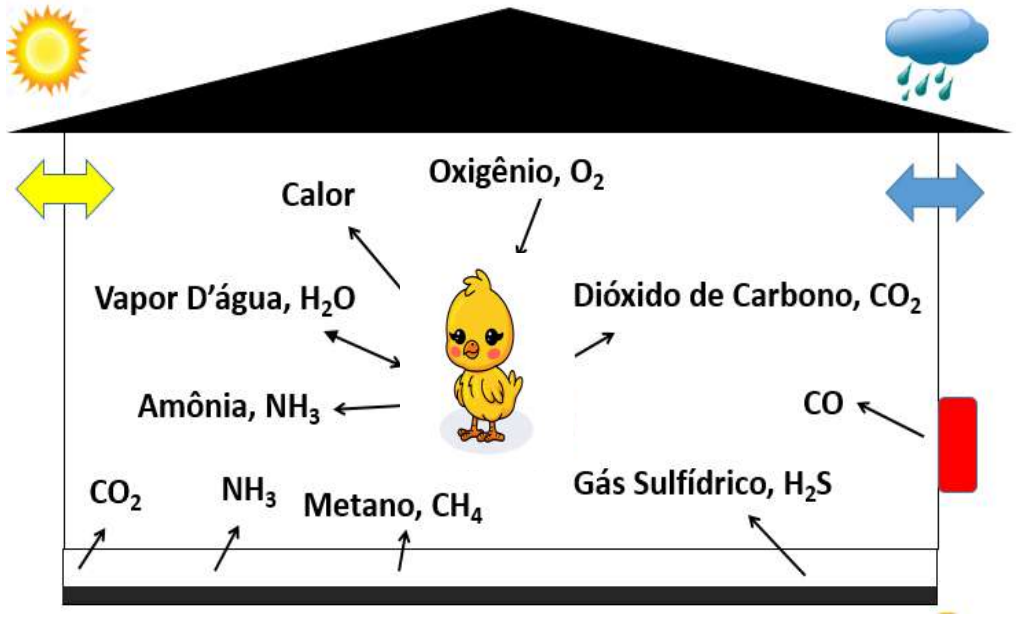
## Aviário Convencional e Dark House submetido a uma temperatura externa de 34 °C



# Conceito de Ambiência (Concentração de Gases)

**Recomendações Para Concentração de Gases no Ambiente Interno das Edificações**

- **$NH_3$** : 2 a 25 ppm
- **$CH_4$**: < 80.000 ppm
- **$CO_2$** : 350 a 1500 ppm
- **CO** : < 10 ppm
- **$O_2$ : 19,3 %**
- **Poeira** : < 3,4 mg/m$^3$











Fonte: CIGR, 1984, 2002; MADEC, 1998, 2012

# Condições para o Desenvolvimento de Compostagem da Camas

Fermentação aeróbia mediada por *Bacillus proteus, Micrococcus* outras saprófitas, produzindo $H_2O$ e $CO_2$.

Exotérmica: calor (45-60$^0$C);

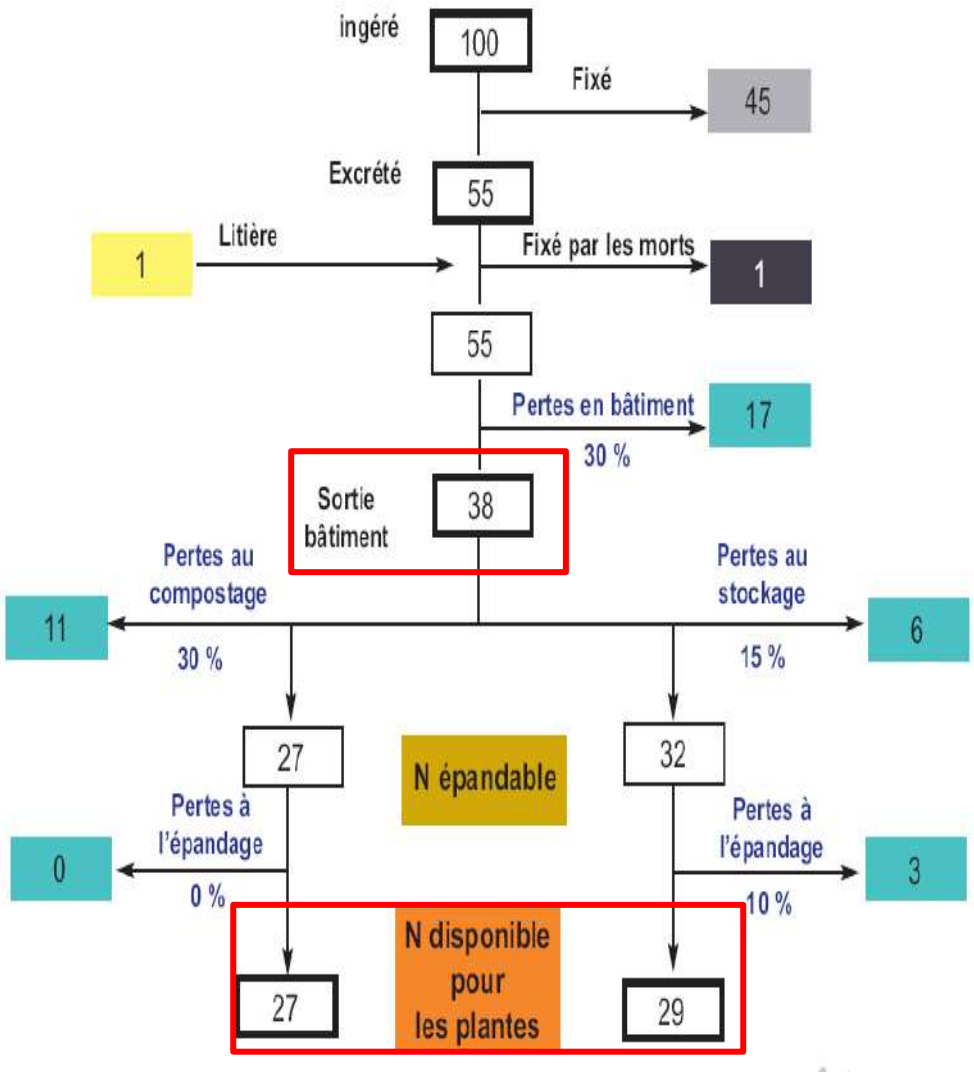


Condições Favoráveis:

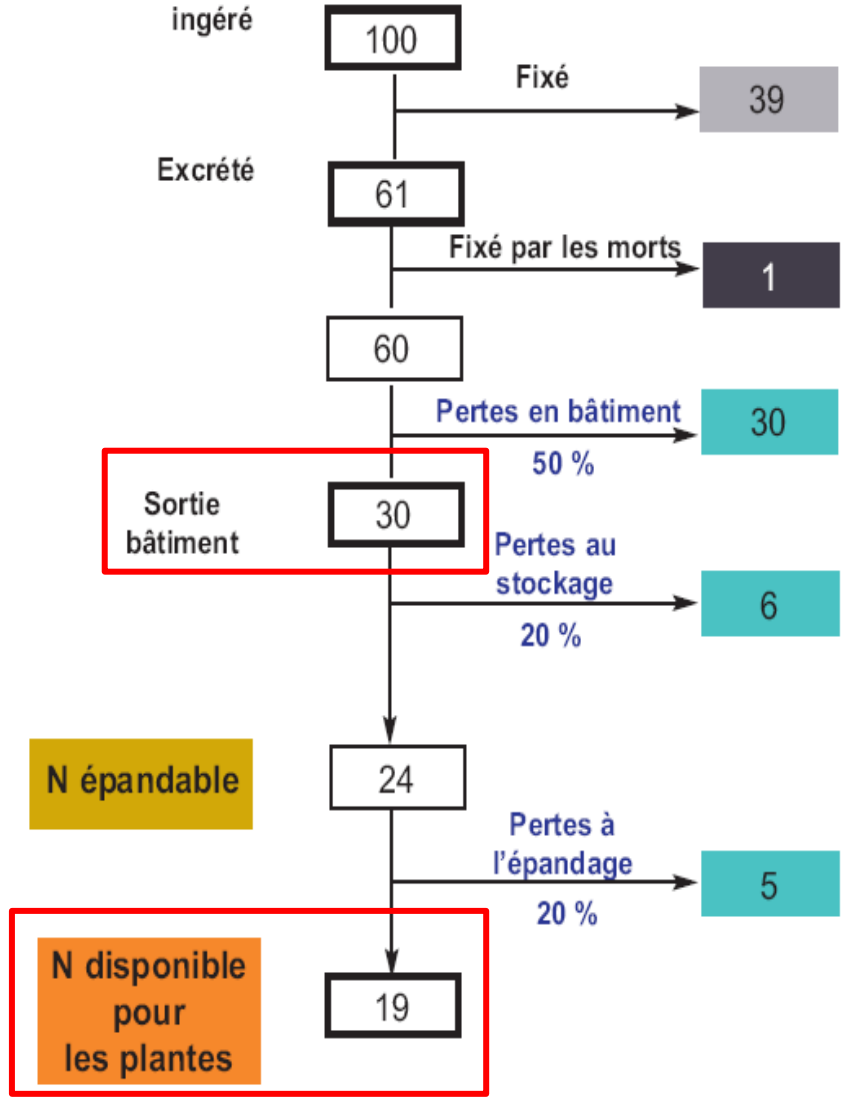
- Umidade 50-65%;
- Concentração $O_2$ > 10%;
- pH 6,5-8,0;
- Relação C/N 30 - 50;
- Porosidade ± 30%;

# Estimativa do Balanço de Nitrogênio em dois sistemas de Produção

## 1) Compostagem/Camas



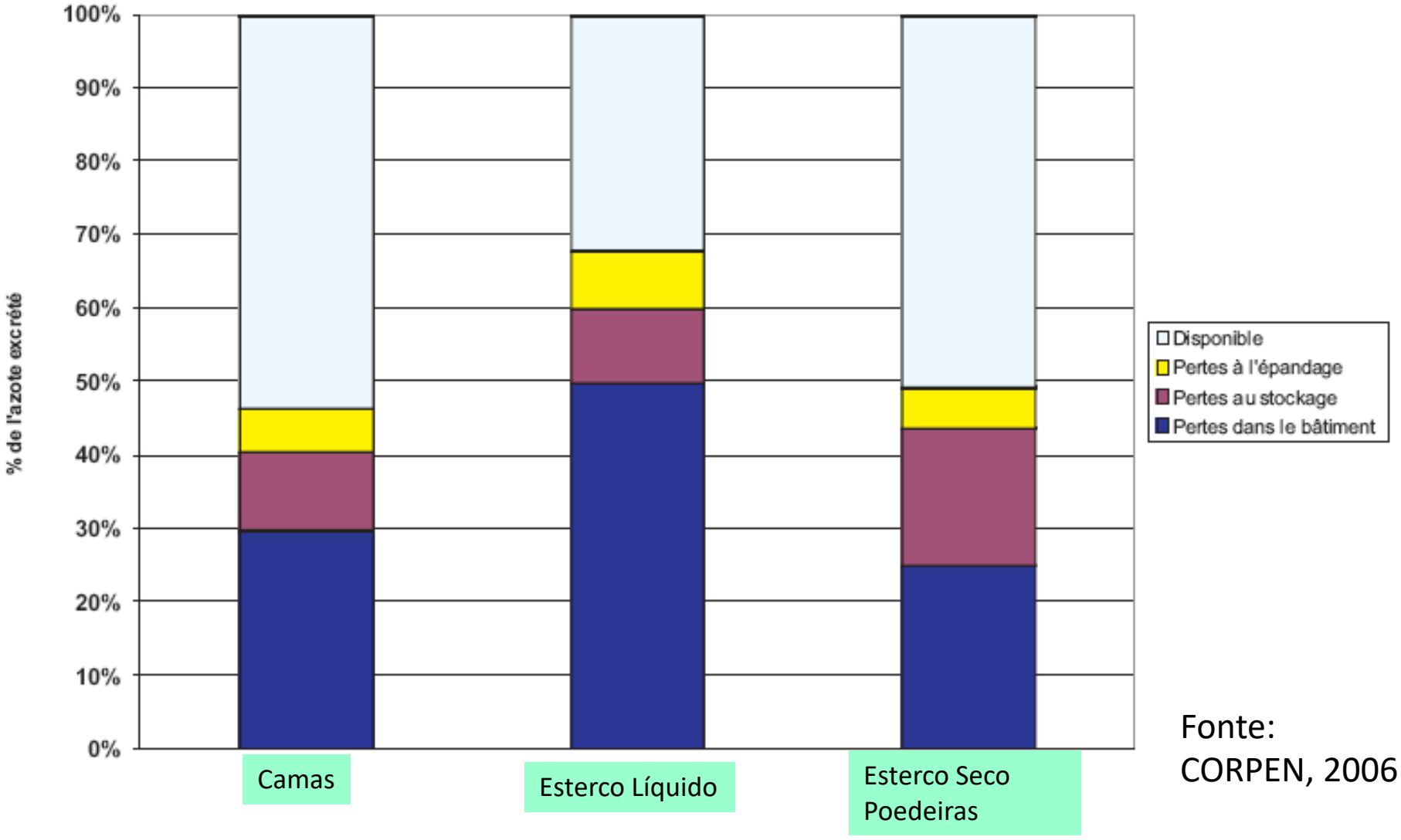

## 2) Excretas Forma Líquida




Fonte: CORPEN, 2006

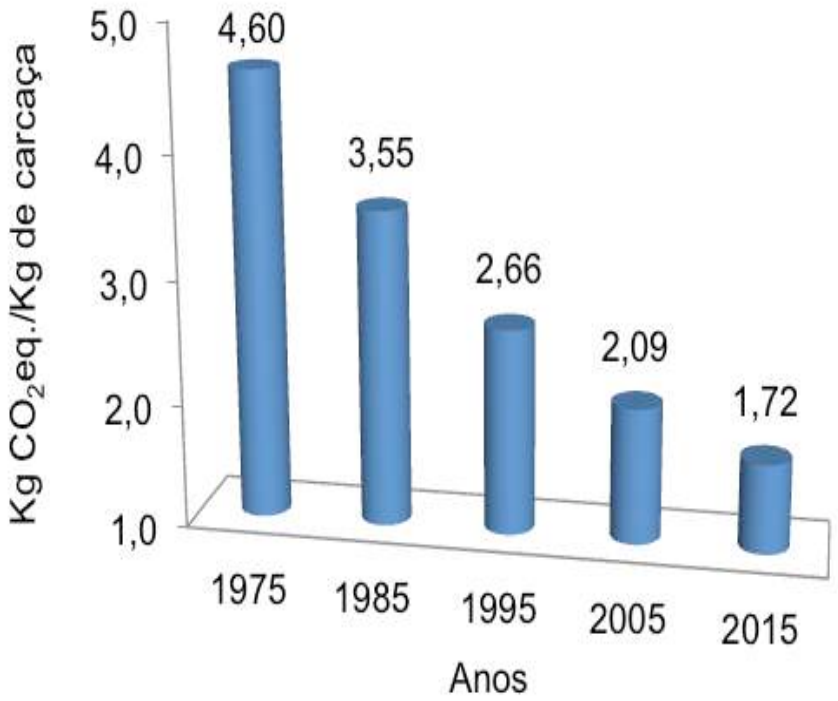
# Estimativa do Nitrogênio na Avicultura

## Balanço de Nitrogênio na Produção de Aves




Fonte:
CORPEN, 2006

# Evolução da emissão de GEE na avicultura Brasileira nas últimas quatro décadas (Metodologia IPCC, 2006).





Comunicado 504
Técnico
ISSN 0100-8862
Versão Eletrônica
Julho, 2012
Concórdia, SC

Fotos: Paulo G. de Abreu/Embrapa

**Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas convencional e *dark house***

Paulo Armando Victória de Oliveira[1]
Jonas Irineu dos Santos Filho[2]
Pauline Bellaver[3]
Gerson Neudi Scheuermann[4]
Luizinho Caron[5]

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas Convencional e Dark House.

**Tabela 2.** Apresentação resumida dos dados técnicos de produção de frango de corte dos aviários convencional e *dark house* utilizados nas simulações deste estudo

| Parâmetros | Unidade | Convencional | *Dark House* |
|---|---|---|---|
| Lotes por ano | Lotes/ano | 7 | 7 |
| Densidade | aves/m² | 13,3 | 16,2 |
| Peso de abate | kg | 2,1 | 2,1 |
| Idade de abate | Dias | 42 | 40 |
| Conversão alimentar | kg | 1,78 | 1,70 |
| Mortalidade | % | 4,0 | 4,0 |

Fonte: SINDICARNE/SC e UBABEF.

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas Convencional e Dark House.

**Tabela 3.** Redução nas emissões de $CO_2$ e $N_2O$ devido a melhor conversão alimentar na produção de frangos de corte criados em aviário tipo *dark house* em relação ao convencional

| Parâmetros | Unidade | Convencional | *Dark House* | Emissão reduzida |
|---|---|---|---|---|
| **Coeficientes técnicos e zootécnicos** | | | | |
| Plantel de aves no Brasil | Frangos (1000) | 6.232.500 | 6.232.500 | - |
| Número de lotes por ano | Unidade | 6,75 | 7,02 | - |
| Peso médio das aves | kg | 2,1 | 2,1 | - |
| Peso total | kg.frango.ano$^{-1}$ (1000) | 13.088.250 | 13.088.250 | - |
| Conversão alimentar média | kg.kg$^{-1}$ | 1,78 | 1,70 | - |
| Consumo médio de ração | kg.ração.ano$^{-1}$ (1000) | 23.297.085 | 22.250.025 | - |
| Excreta de aves (89% MS, sendo 13% excreta) | kg.dia$^{-1}$ | 0,04324866 | 0,0413049 | - |
| Numero de dias produção por lote | Dias | 42 | 40 | - |
| **Emissões em função da Conversão Alimentar (CA) das aves** | | | | |
| $EF_SV_{CH4\ (IPCC\ 0.02)}$ | kg SV animal$^{-1}$.dia$^{-1}$ | 0,02 | 0,019101124 | - |
| Densidade $CH_4$ | kg.m$^{-3}$ | 0,67 | 0,67 | - |
| Bo | m$^3$ $CH_4$.kg$^{-1}$ | 0,39 | 0,39 | - |
| MCF | Fator de correção | 0,015 | 0,015 | - |
| $GWP_CH_4$ | Unidade | 21 | 21 | - |
| $EF_CH_4$ | t. Equivalente $CO_2$ | 10.259,87918 | 9.798,76101 | 461,1181652 |
| EF_SV (IPCC 0,82N p/a 1000kg aves/dia) | kg SV animal$^{-1}$.dia$^{-1}$ | 0,0017 | 0,0016 | - |
| $GWP_N_2O$ | Unidade | 310 | 310 | - |
| $N_2O/N$ | Adimensional | 1,57 | 1,57 | - |
| EF volatilizado | kg $N_2O$-N | 0,01 | 0,01 | - |
| $EF_N_2O$ | t. $CO_2$ eq | 51.567,08175 | 48.533,724 | 3.033,35775 |
| Emissão por excretas/dia | t. $CO_2$ eq | 61.826,96093 | 58.332,48501 | 3.494,475915 |
| **Emissão por excretas por ave pela CA** | **t. $CO_2$ eq** | **2.596.732,4** | **2.333.299,4** | **263.433,0** |
| **Emissões em função do menor consumo de ração** | | | | |
| Fator de emissão da soja | t. $CO_2$ eq | 0,1173 | 0,1173 | - |
| Fator de emissão do milho | t. $CO_2$ eq | 0,31 | 0,31 | - |
| Consumo de milho | t. milho | 15.143.105.250 | 14.462.516.250 | - |
| Consumo de farelo de soja | t. farelo de soja | 5.824.271.250 | 5.562.506.250 | - |
| Consumo de soja | t. soja | 7.102.769.817 | 6.783.544.207 | - |
| Emissões da soja | t. $CO_2$ eq. | 833.154,9 | 795.709,7 | 37.445,16 |
| Emissões do milho | t. $CO_2$ eq. | 4.694.362,6 | 4.483.380,0 | 210.982,6 |
| Emissões do milho e soja | t. $CO_2$ eq. | 5.527.517,5 | 5.279.089,8 | 248.427,7 |
| **Total redução de emissões pela CA** | | | | **511.860,7** |

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas Convencional e Dark House.

**Tabela 4.** Redução das emissões dos gases, $CO_2$ e $N_2O$, na produção de frangos de corte criados nos aviário convencional e *dark house* devido à melhoria na eficiência do consumo de energia elètrica, área construida, aquecimento das aves e economia de maravalha

| Parâmetros | Unidade | Convencional | *Dark House* | Emissão reduzida |
|---|---|---|---|---|
| **Emissões em função do consumo de energia elètrica** | | | | |
| Consumo de energia elètrica por lote | kWh.lote$^{-1}$ | 1.700 | 3.220 | -1520 |
| Consumo de energia elètrica por frango | kWh.frango$^{-1}$ | 0,106516291 | 0,08281893 | 0,023697361 |
| Consumo total de energia elètrica | kWh | 663.862.782,0 | 516.168.981,5 | 147.693.800,5 |
| ER_Emissões por Eletricidade (kWh) | t. $CO_2$eq.kWh$^{-1}$ | 0,00293 | 0,00293 | - |
| **ER_Eletricidade tot. de emissões por ano** | **t. $CO_2$eq.** | **1.945.118,0** | **1.512.375,1** | **432.742,8** |
| **Emissões em função da área construida** | | | | |
| Densidade | Frangos.(m$^2$)$^{-1}$ | 13,3 | 16,2 | 2,9 |
| Area construida | m$^2$ | 69423558,9 | 54803735,36 | 14619823,54 |
| Fator de emissão para construção | kg$CO_2$eq.(m$^2$)$^{-1}$ | 150,48 | 150,48 | |
| **ER_área emissão por área construida** | **t. $CO_2$ eq** | **10.446.857,1** | **8.246.866,1** | **2.199.991,0** |
| **Emissões devido ao aquecimento das aves** | | | | |
| ER_Fator emissão de GLP | t. $CO_2$eq.kg biomassa$^{-1}$ | 2,9846 | - | - |
| ER_Fator de emissão de biomassa | t. $CO_2$eq.kg GLP$^{-1}$ | - | 0,0053 | - |
| ER_Fator de emissão de biomassa ajustado | t. $CO_2$eq.kg GLP$^{-1}$ | - | 0,0159 | - |
| Consumo de GLP por ave | kg.frango$^{-1}$ | 0,028195489 | 0,0053 | - |
| Consumo de biomassa por ave | kg.frango$^{-1}$ | - | 0,192901235 | - |
| **ER_Emissão para aquecimento** | **t. $CO_2$ eq** | **524.478,9** | **19.115,9** | **505.363,0** |
| **Emissões devido a economia de Maravalha** | | | | |
| Consumo de maravalha por lote | m$^3$ | 8,888888889 | 17,09401709 | -8,205128205 |
| Total de maravalha por ave | m$^3$ | 0,000556948 | 0,000439661 | 0,000117287 |
| ER_Fator de emissão de biomassa | t. $CO_2$ eq.kg GLP$^{-1}$ | 0,0053 | 0,0053 | - |
| **ER_maravalha emissões da maravalha** | **t. $CO_2$eq** | **18.397,2** | **14.523,0** | **3.874,3** |

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas Convencional e Dark House.

**Tabela 5**. Resultados demonstrativos dos ganhos ambientais e da redução das emissões de GEE em t.$CO_2$eq.ano$^{-1}$ comparando à melhoria na tecnologia

| Parâmetros | Tecnologia Atual | Tecnologia Melhorada | Ganhos Ambientais | Emissão Reduzida Anual (t. de $CO_2$eq./ano) |
|---|---|---|---|---|
| Sistema de produção de aves | Aviário convencional (pressão positiva) | *Dark house* (pressão negativa) | Ganhos com conversão alimentar, densidade alojada, ambiência e otimização de estrutura. Redução da mortalidade e consumo de água | - |
| Conversão alimentar das aves (CA) | Maior | Redução de cerca de 80g | Redução de emissão GEE (redução de excretas), da demanda de grãos da área plantada. Em consequência, ocorre a redução de emissões de GEE na fonte | 511.860,7 (14,01%) |
| Aquecimento das aves | Utilização de gás GLP e lenha | Utilização de lenha | Combustível de fonte renovável. Automatização do equipamento de aquecimento, reduzindo consumo de matéria-prima (lenha) | 505.363,0 (13,83%) |
| Troca de cama do aviário | A cada um ano | A cada dois anos | Redução de utilização de matéria-prima como maravalha, e do volume de resíduos de cama lançados ao meio ambiente | 3.874,3 (0,11%) |
| Iluminação do aviário | Lâmpadas incandescentes | Lâmpadas fluorescentes e LED | Menor impacto ambiental, devido ao consumo menor de energia por lâmpada. Substituição de lâmpadas incandescentes para fluorescentes | 432.742,8 (11,84%) |
| Densidade de alojamento | Menor (13,3 aves/m²) | Maior (16,2 aves/m²) | Redução de 20% (420.000 m²) de área construída, além de estrutura de madeira, concreto e demais materiais de construção e otimização da estrutura para alojamento em maior densidade, reduzindo assim as emissões de GEE na fonte geradora dos materiais | 2.199.991,0 (60,21%) |
| **TOTAL** | | | | **3.653.831,8 (100%)** |

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Estimativa da emissão de gases de efeito estufa na produção de frangos de corte nos sistemas Convencional e Dark House.

## Conclusões

O estudo comparativo entre os sistemas de produção de frangos convencional e *dark house* demonstrou a possibilidade de redução das emissões de GEE em função da modernização tecnológica. Com base na metodologia proposta pelo IPCC (2006), demonstrou-se redução de 3,65 milhões de toneladas de $CO_2$ equivalente por ano caso a avicultura de corte brasileira passe a adotar aviários tipo *dark house*. Esta tecnologia contribuiria com cerca de 2,8% da meta de redução da agropecuária estabelecida no programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono. Isto é importante para uma atividade que, para ser competitiva no mercado global, precisa comprovar desempenho ambiental sustentável.

A modernização dos sistemas produtivos de frango de corte com a adoção de sistemas automatizados tipo *dark house* parece ser o grande desafio da avicultura brasileira para os próximos anos, principalmente devido aos impactos na redução de gastos com energia e alimentação e menor emissão de gases de efeito estufa. Entretanto, em função da necessidade de alto investimento inicial e das baixas rentabilidade e capitalização do setor agropecuário é necessário viabilizar recursos financeiros com prazos de pagamento e juros compatíveis, visando manter a participação brasileira neste mercado altamente globalizado e competitivo.

Fonte: Oliveira et al. (2013)

# Edificações para a produção de Frangos corte

## Modelo "Convencional"









# Tendência das edificações para a produção de Frangos corte

## Modelo "Dark House"







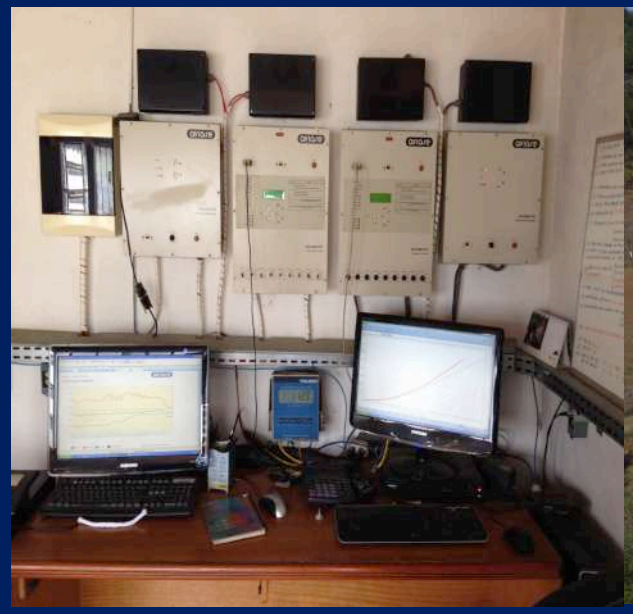


# Tendência das edificações para a produção de Frangos corte

## Modelo "Dark House"









# Estudo realizado em Aviários Comerciais -Sistema Dark House
















# Emissão de GEE em sistema de tratamento dos dejetos suínos com balanço de massa

Construídos 3 túneis de PVC com volume de 12 $m^3$, ventilação controlada, dentro foram colocadas leiras compostagem (serragem) com volume de 3 $m^3$ e área 3,19 $m^2$ de superfície exposta.

Aplicações de dejetos semanalmente, revolvimentos a cada 3 dias, totalizando 2.600 litros de dejetos suínos, divididos em 7 aplicações, para um total de 300 kg de serragem, em cada leira.

Avaliadas as temperaturas e umidade do ar no interior e exterior dos túneis e a temperatura da biomassa, diariamente.

Semanalmente foi realizada a análise físico-química do composto (pH, MS, Nt, Corg e P).

Balanço de massa foi calculado a partir das concentrações dos elementos C e N que ingressaram no sistema e a concentração obtida na biomassa ao final.

As diferenças entre as concentrações foram consideradas como perdas e foram comparadas as emissões gasosas desses elementos.







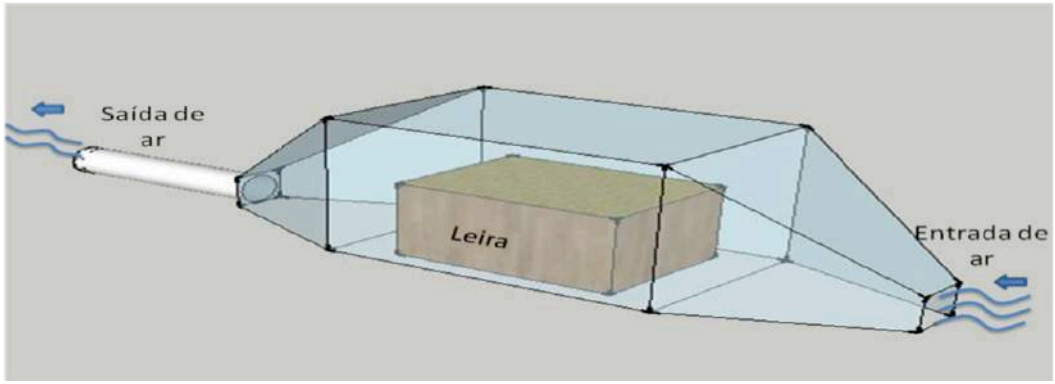





**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA e ROBIN (2012; 2014)**

# Metodologia usada na determinação das emissões de gases

As emissões dos gases foram determinadas a partir da concentração dos gases (ppm) medidos na entrada e saída dos túneis, a cada 4 min., pelo analisador de gases INNOVA 1412 (Espectrofotômetro Fotoacústico).







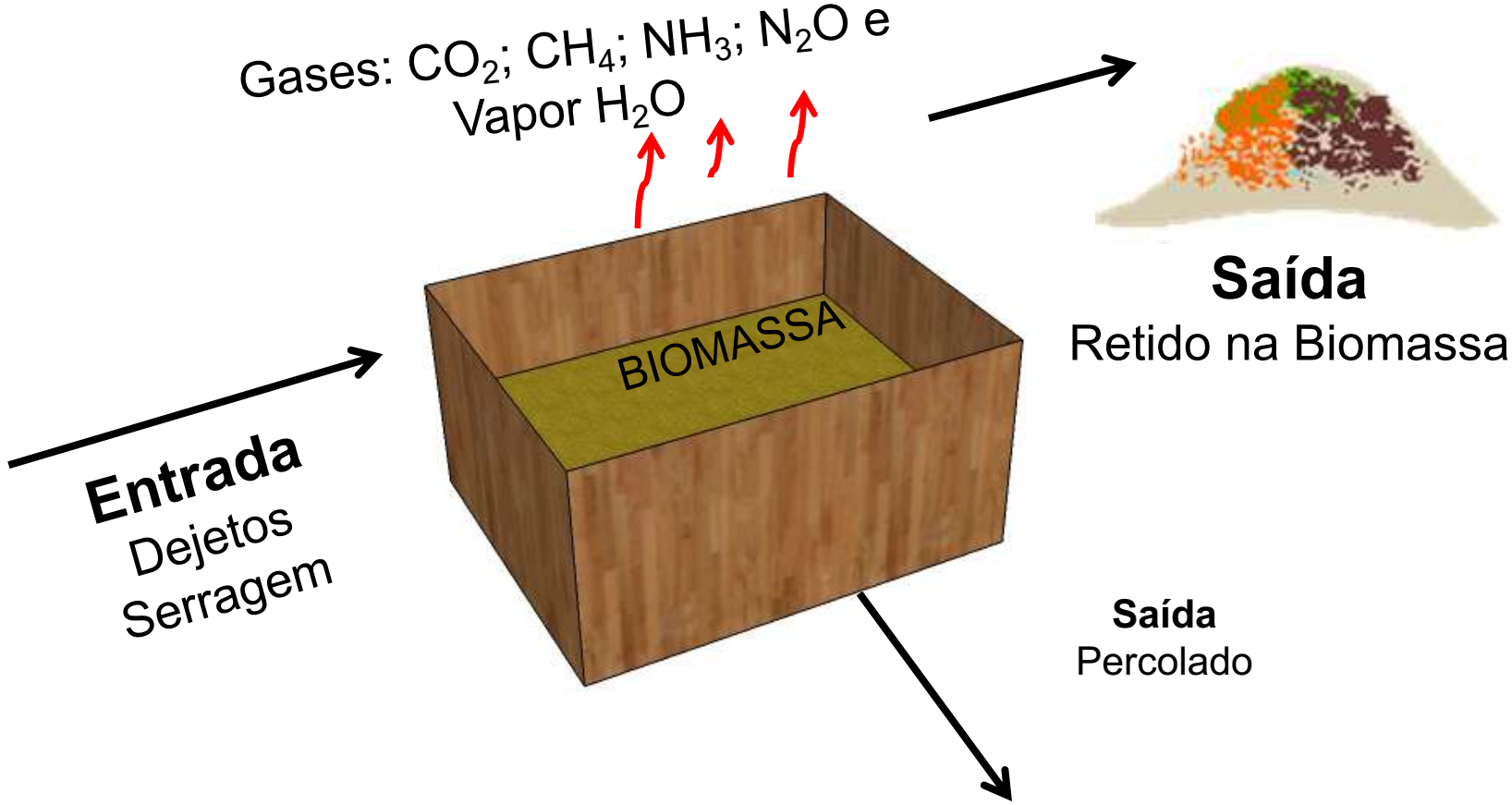



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA e ROBIN (2012; 2014)**

# Balanço de Massa

O Balanço de massa foi calculado a partir das concentrações dos elementos C e N que ingressaram no sistema e a concentração obtida na biomassa ao final.

As diferenças entre as concentrações foram consideradas como perdas e foram comparadas as emissões gasosas desses elementos.

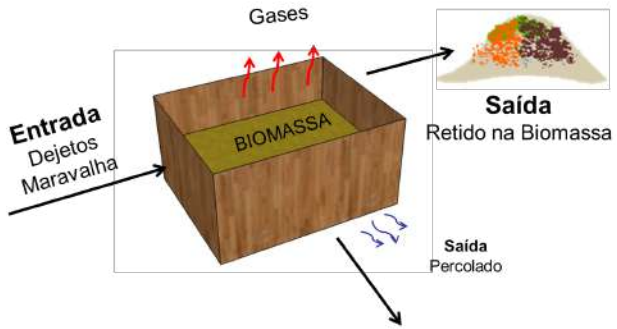



Fonte: ANGNES, OLIVEIRA e ROBIN (2012; 2014)

# Balanço de Massa

A Tabela apresenta o Balanço médio de Massa (kg), MS (kg), MO (kg), Água (L), Corg. (kg), Nt (kg) e P (kg), observado durante o processo de compostagem.

| | Massa | MS | MO | Água | | Corg | Nt | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Entrada Leira (1) | 2935,97 | 450,80 | 406,90 | 2485,16 | | 201,28 | 11,63 | 3,11 |
| Saída Leira (2) | 1448,26 | 324,32 | 288,73 | 1123,94 | | 141,32 | 6,93 | 3,02 |
| Emissão Gases (3) | | | | 1221,55 | | 80,96 | 1,21 | |
| Saída total (4) (2+3) | 1448,26 | 324,32 | 288,73 | 2345,49 | | 222,28 | 8,14 | 3,02 |
| Diferença (5) (1-4) | 1487,71 | 126,48 | 118,16 | 139,67 | | 20,99 | 3,49 | 0,09 |
| Porcentagem (5/1) | 50,67 | 28,06 | 29,04 | 5,62 | | 10,43 | 30,00 | 2,98 |




Fonte: ANGNES, OLIVEIRA e ROBIN (2012; 2014)

# Estudo comparativo da implantação de sistema Dark House em granja comercial

Estudos da Embrapa

## 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 Oliveira[1], Graciele Angnes[2] e Ariei Coldbella[3]*



# Estudo comparativo da implantação de sistema Dark House em granja comercial

**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

Fonte: Oliveira et al. (2020).

# Estudo comparativo da implantação de sistema Dark House em granja comercial

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

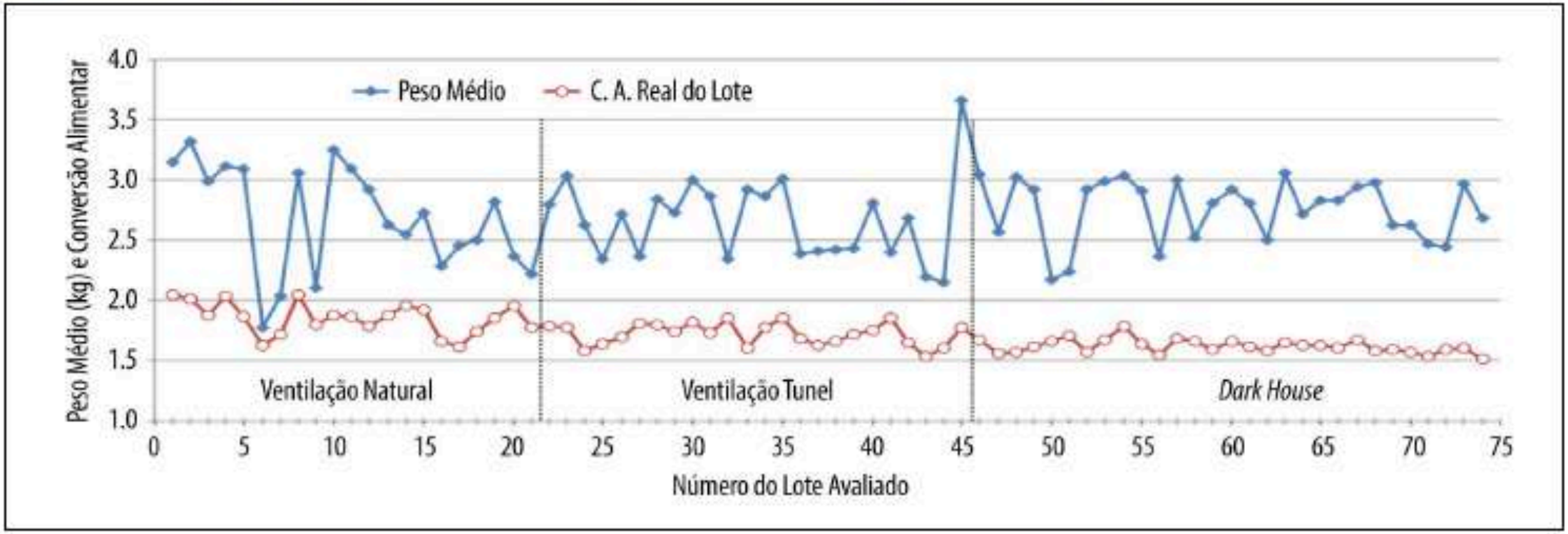
| Parâmetros Avaliados | Modelo de Edificação | | |
|---|---|---|---|
| | SVN | SVT | SDH |
| Número de aves por m² | 11,85±0,18 | 12,9±0,15 | 14,26±0,11 |
| Peso médio por ave alojada (gr) | 43,9±0,60 | 43,6±0,85 | 49,9±1,19 |
| Número médio de dias de alojamento | 43,9±1,14 | 41,46±0,73 | 40,79±0,46 |
| 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 **IEE- Índice de Eficiência Econômica**

Fonte: Oliveira et al. (2020).

# Estudo comparativo da implantação de sistema Dark House em granja comercial

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




Fonte: Oliveira et al. (2020).

# Experimento de Determinação da Emissão de $NH_3$ em Aviário Tipo Dark house (SC)



## Dados médios de desempenho de frangos de corte alojados em sistema Dark house

| Linhagem | Cobb® |
|---|---|
| Sexo | M |
| Peso alojamento (kg) | 0,049 |
| Peso abate (kg) | 2,990 |
| Mortalidade real (%) | 5,39 |
| Conversão alimentar real (kg/kg) | 1,680 |

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

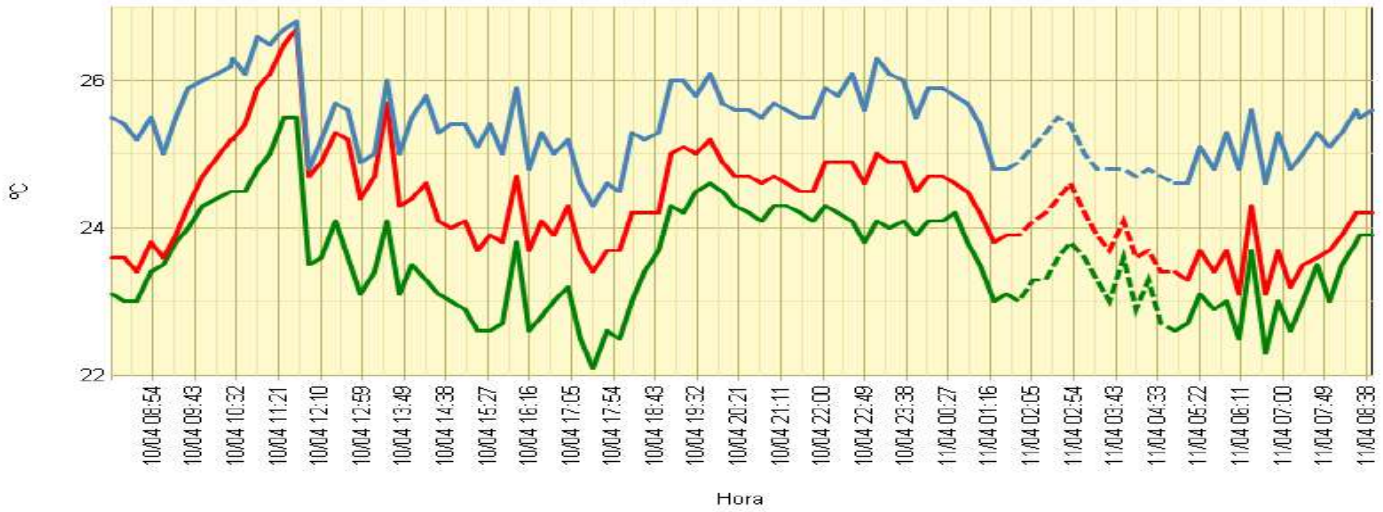
| Variáveis | Velocidade (m/s) | Temperatura d ($^0$C) | Umidade relativa (%) | Temperatura das camas ($^0$C) |
|---|---|---|---|---|
| Média | 0,81 | 24,0 | 78,5 | 29,3 |
| Máximo | 2,55 | 26.0 | 87,3 | 32,4 |
| Mínimo | 0,12 | 19,8 | 68,6 | 20,0 |

Fonte: Oliveira et al. (2013).

# Experimento de Determinação da Emissão de $NH_3$ em Aviário Tipo Dark house (SC)

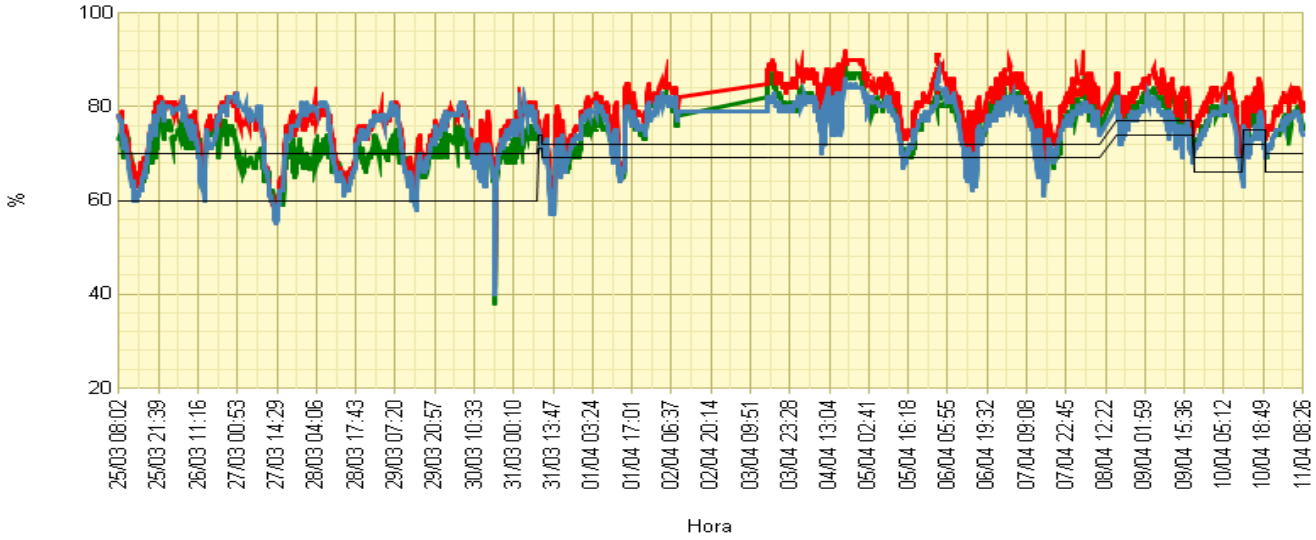
## Temperatura Ambiente Interno (C)








## Umidade Relativa do Ar (%)

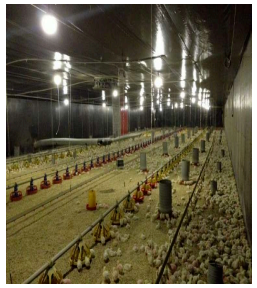



Fonte: Oliveira et al. (2013).

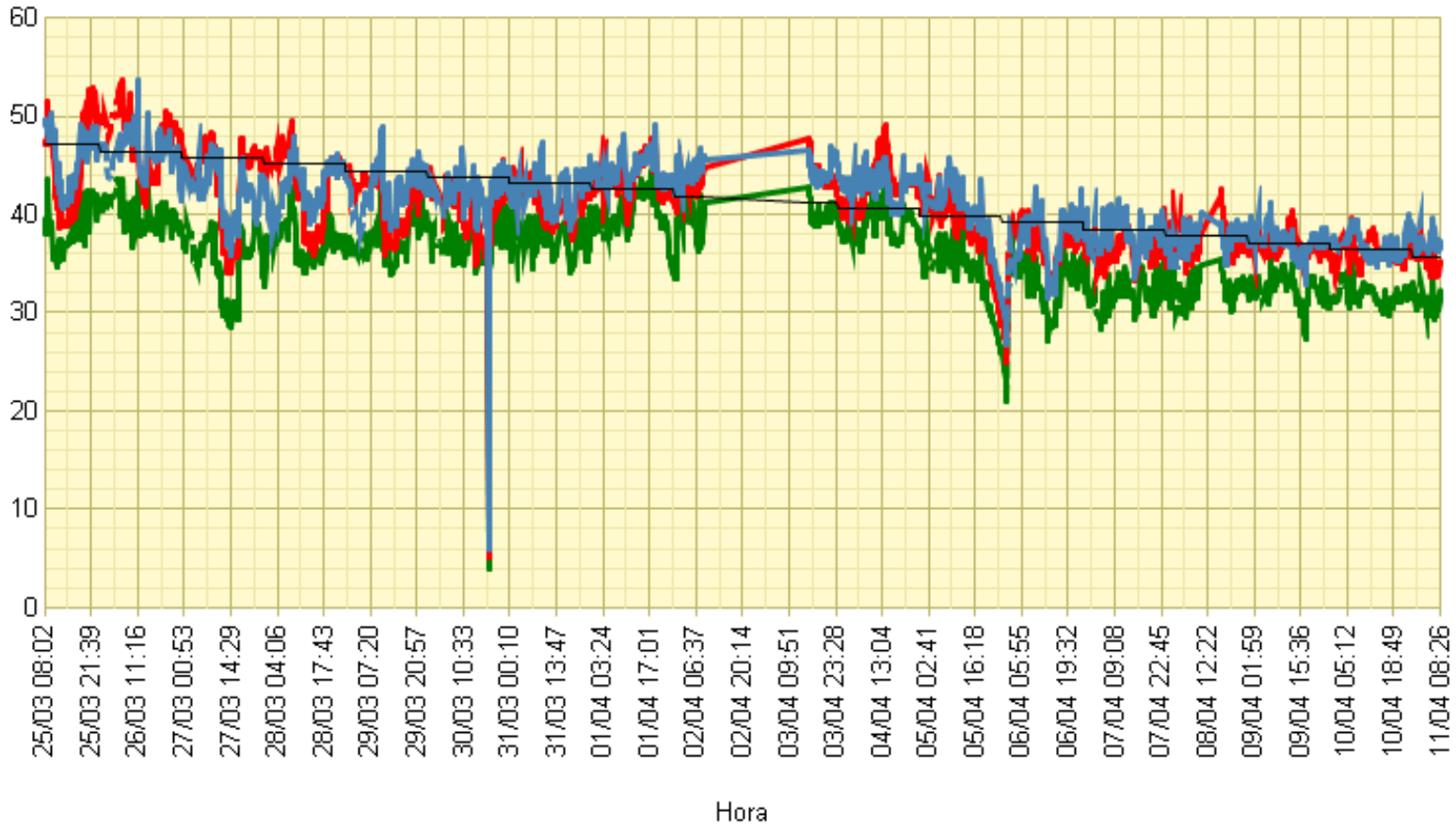
# Experimento de Determinação da Emissão de $NH_3$ em Aviário Tipo Dark house (SC)

## Índice de Conforto (Tomando como Base a Entalpia (E: J/kde ar seco)

$$E = \left(0{,}24 \text{ x } T + w \text{ x } (0{,}47t + 595)\right) \text{ x } 4{,}184 \text{ x } 1000$$

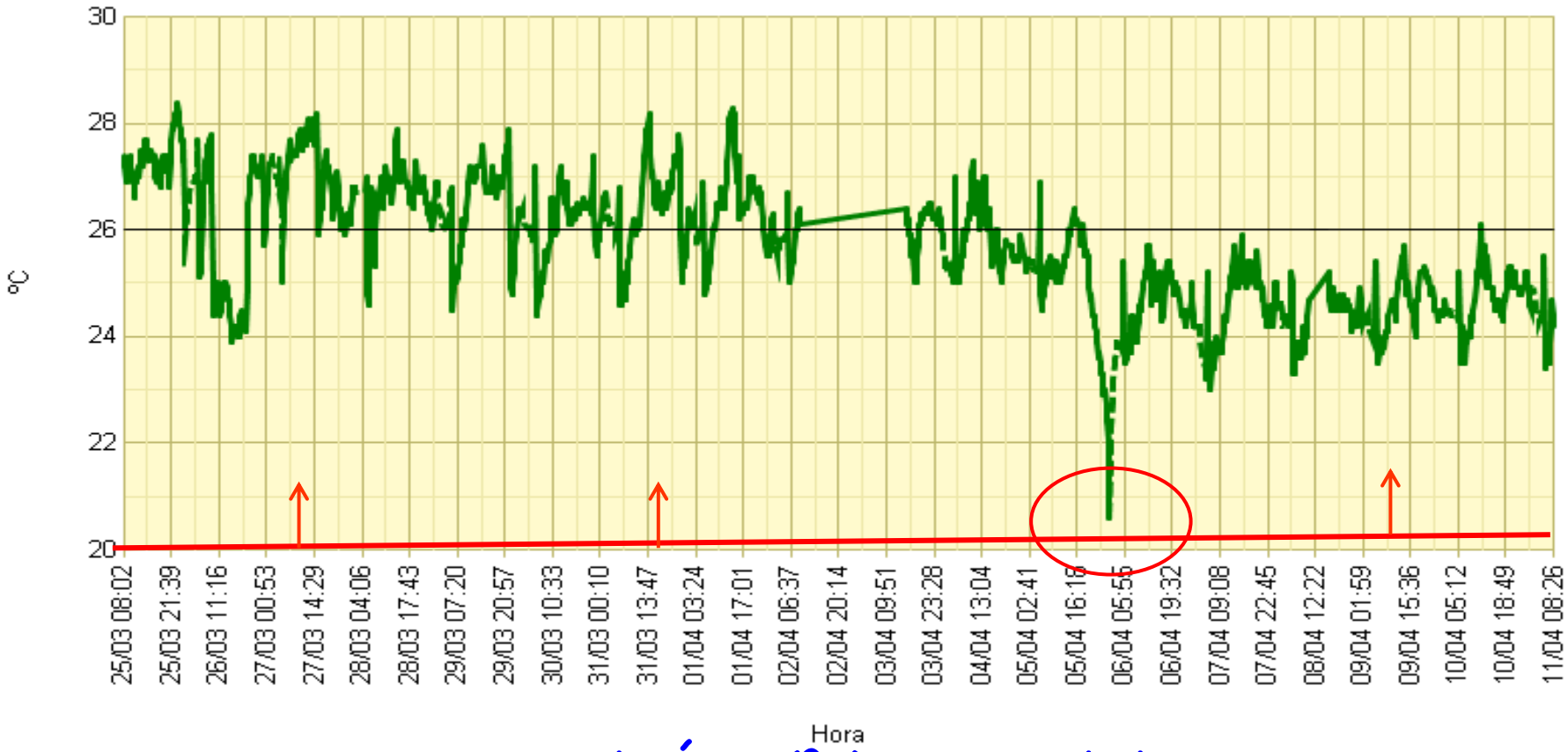







Fonte: Oliveira et al. (2013).

## Temperatura da Água (°C) observada nos bebedouros na produção de frangos corte




## Temperatura da Água (°C) recomendada: Entre 18 e 20 (°C) na produção de frangos de corte e suínos

Fonte: Oliveira et al., 2013

Concentração em ppm de amônia ($NH_3$), dióxido de carbono ($CO_2$) e óxido nitroso ($N_2O$) na produção de frangos de corte, em sistema dark house .

| | $NH_3$ (ppm) | | $CO_2$ (ppm) | | $N_2O$ (ppm) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dias[1] | **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 |

Fonte: Oliveira et al. (2013).






Concentração em ppm de metano ($CH_4$) e vapor de água ($mg/m^3$), na produção de frangos de corte, em sistema Dark House.

| | $CH_4$ (ppm) | | $H_2O$ ($mg/m^3$) | |
|---|---|---|---|---|
| Dias[1] | **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 |

Fonte: Oliveira et al. (2013).



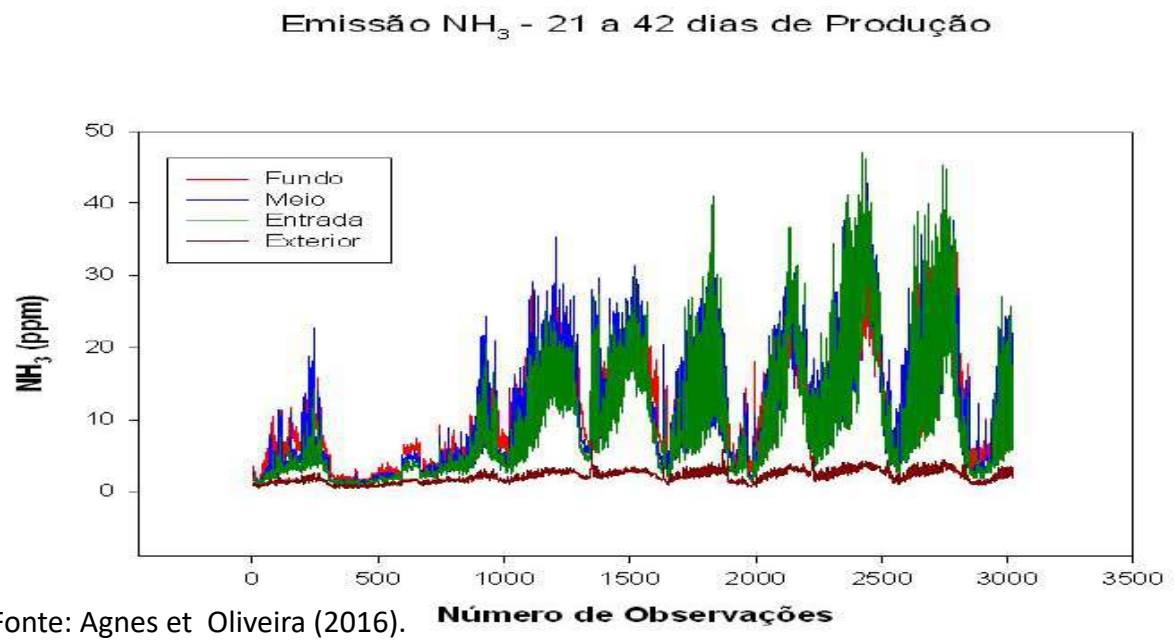



# Experimento de Determinação da Emissão de $NH_3$ em Aviário Tipo Dark house (SC)

**Medição continua $NH_3$, cada 5 minutos, em 3 pontos no aviário**

Resultado do Fluxo de Emissão de $NH_3$

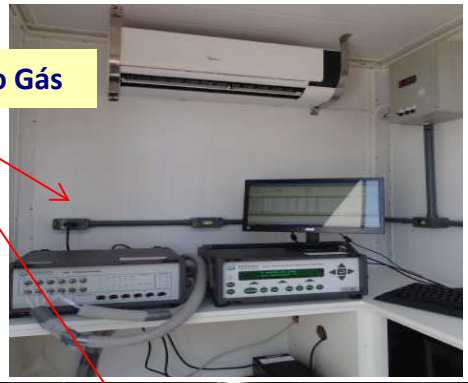
| Fonte | Localização | Emissão (g . frango $^{-1}$ $d^{-1}$) |
|---|---|---|
| | Estado | $NH_3$ |
| Granja Estudo | SC | 0,51 |
| Lima et al., 2015 | MS | 0,28 |
| Lima et al. 2011 | SP | 0,19 |




Fonte: Agnes et Oliveira (2016).




Unidade Medição Gás





# EMISSÃO DE GASES NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM SISTEMAS DARK HOUSE

- Estudo desenvolvido em 3 Granjas Comerciais (Dark House), no Oeste Catarinense, em SC.



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Unidade Móvel de Monitoramento de Temperatura, Consumo de água e Emissões da Gases









INNOVA
14 12

Multiponto
1309



# Metodologia utilizada para o calculo do Fluxo de gases, Gerados na Produção Aves.






•Fluxo gás (g/h); (mg/m$^2$)

$$\phi = Q_{ar} \times \rho_{\mathrm{i}} \times (C_i^m - C_e^m)$$

• Massa volumétrica do ar (kg/m$^3$)

$$\rho_{\mathrm{i}} = \left[ \frac{P_{vap}}{47{,}1 \times (T_{ref} + t_i)} + \frac{P_{atm} - P_{vap}}{29{,}27 \times (T_{ref} + t_i)} \right] \times \frac{1}{grav}$$

•Concentração equivalente (mg/m$^3$)

$$C_i^m = C_i^v \times \frac{M_{mol}}{V_m} \times \frac{M_m}{M_{mol}}$$



Robin et al. (2011)

# Características dos Dark House estudados

| Sistemas | DH1 | | | DH2 | | | DH3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Repetições | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Núm. Aves | 20928 | 20125 | 20946 | 16883 | 16894 | 16897 | 12717 | 13445 | 12459 |
| Ciclo (Dias) | 41 | 43 | 40 | 39 | 40 | 41 | 40 | 40 | 40 |
| Área Dark ($m^2$) | 1500 | 1500 | 1500 | 1200 | 1200 | 1200 | 960 | 960 | 960 |
| Temp. Exterior °C | 21.1 ±4.5 | 22.6 ± 3.7 | 22.4 ± 4.1 | 22.6 ± 5.2 | 23.9 ± 4.5 | 23.8 ± 4.5 | 23.1 ± 3.1 | 23.2 ± 3.5 | 21.2 ± 3.8 |







Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)

# Metodologia Simplificada na coleta da gases

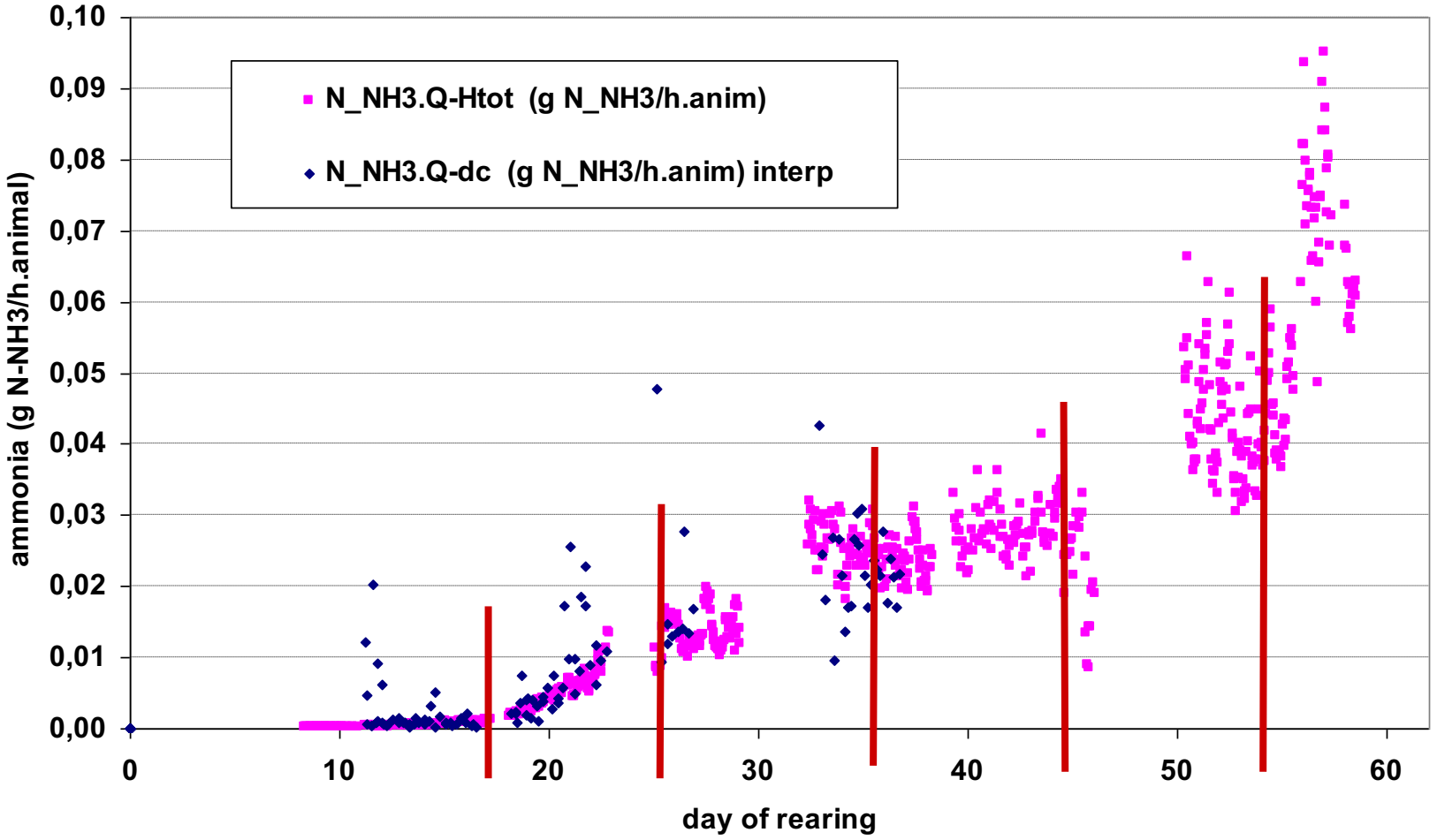
- Camas reusadas (Maravalha de Pinus);
- Concentração de $NH_3$ mensurada semanalmente;
- Metodologia Simplificada








**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**




**jours de mesure simplifiée**

Fonte: Robin et al. (2010).

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House



## Comparação entre sistemas de Produção

| Variáveis | DH1 | DH2 | Maltauro |
|---|---|---|---|
| Conversão (kg/kg) | 1.56±0.07a* | 1.52±0.03a | 1.50±0.04a |
| Idade (dias) | 40.8± 1.5a | 40.5± 1.7a | 40.7± 0.6a |
| Consumo Ração (kg/Frango) | 4.23±0.30a | 3.94±0.18a | 3.90±0.04a |
| Mortalidade (%) | 5.28±2.79a | 4.33±1.26a | 3.90±1.51a |
| Índice Efetividade Econômica (IEE) | 381±26.6a | 379±22.1a | 377±13.5a |

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Tabela 1.** 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 ($p \leq 0,05$);



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Tabela 2.** 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 ($p \leq 0,05$);



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House



**Tabela 3.** Médias e erros padrão das concentrações de amônia e dióxido de carbono, por período do dia e semanas de alojamento das aves.

| | $CO_2$ (ppm-v) | | | $NH_3$ (ppm-v) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Semana | 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 ($p \leq 0,05$).



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Fluxo de emissão de $CO_2$_C em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Tabela 4.** Média do fluxo de emissões de dióxido de carbono ($CO_2$_C) observado nas semanas. Os fluxos de emissão foram expressos em proporções de carbono.

| Fluxo CO2_C (mg ave$^{-1}$ h$^{-1}$) | | | |
|---|---|---|---|
| **Semana** | **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 |



**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Fluxo de emissão de $NH_3$_N, em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

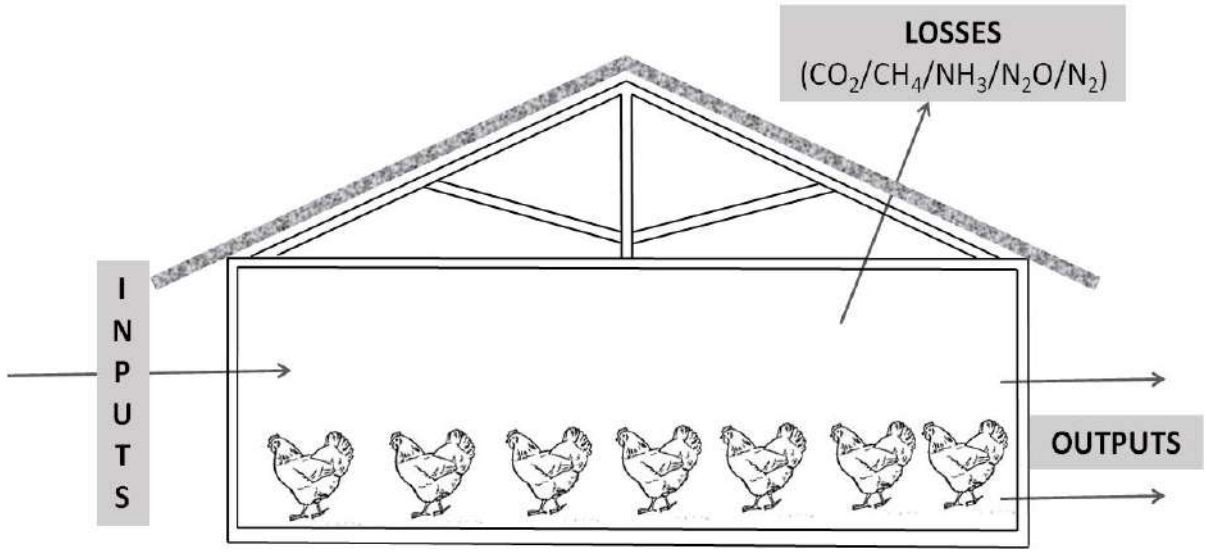
**Tabela 5.** A média do fluxo de emissões de amônia ($NH_3$_N) observado nas semanas. Os fluxos de emissão foram expressos em proporções de nitrogênio.

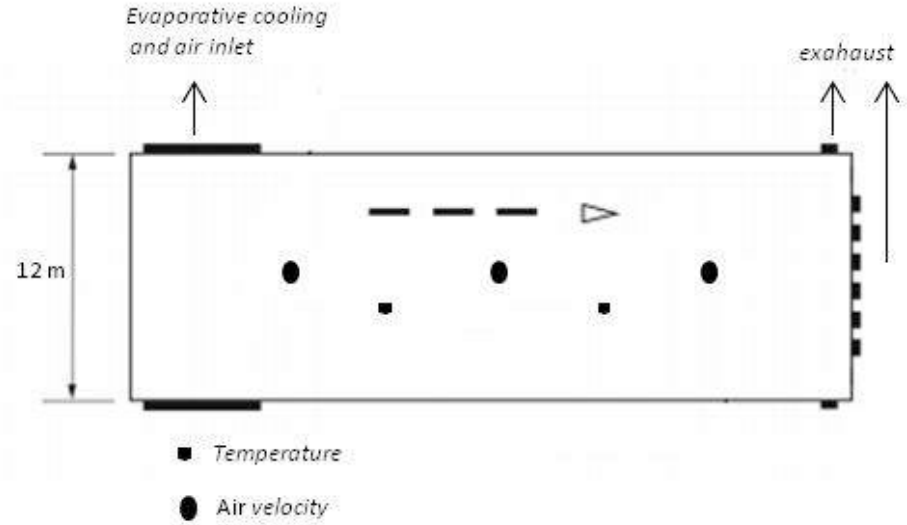
| Semana | Fluxo $NH_3$_N (mg $ave^{-1}$ $h^{-1}$) DH1 | DH2 | DH3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 3.2±0.7 | 5.3±1.7 | 6.1±1.5 |
| 2 | 4±0.7 | 8.7±3.1 | 6.7±1.1 |
| 3 | 20.2±5.9 | 31.7±8.3 | 11.2±0.8 |
| 4 | 28.8±4.3 | 37.3±2.6 | 21.4±5 |
| 5 | 37.9±4.9 | 35.6±9.6 | 35±6.5 |
| 6 | 38.3±7.3 | 26.7±3.1 | 33.2±9 |



Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)

# Balanço de Massa




| | P (g kg body mass$^{-1}$) | C ( g kg body mass$^{-1}$) | N (g kg body mass$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| [a] Broilers | 5.8 | 175 | 29 |
| [b] | **4,7** | **155** | **24** |



Obs: Deposição no Corpo de P, C e N.

Fonte: [a]ITAVI (2013) e [b]**Embrapa (2018)**

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, ROBIN (2019); MATIAS (2018)**

# Média do Balanço de Massa

| Balanço Massa | | | |
|---|---|---|---|
| | C (kg) | N (kg) | P (kg) |
| **Entrada** | 61.059,03 | 4.643,701 | 1.685,77 |
| **Saída** | 54.008,37 | 4.480,142 | 1.524,30 |
| **Default** | 7.050,66 | 163,5582 | 161,47 |
| **Gases** | 6.134,20 | 108,69 | |





Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Tabela 6.** Método da razão de concentração de validação por concentração de água.

| Granja | DH1 | | | | DH2 | | | DH3 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lote | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 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 |

**OBS:** Nas estimativas de balanço hídrico (referência) e de emissões pelo método da razão de concentração, 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%. Os resultados obtidos permitiram validar as estimativas de emissão obtidas pelo método da razão de concentração.

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Conclusão:**

**Emissão Média ou Fluxo Médio dos GEE e $NH_3$ (g/aves/dia):**

| Gases | Média |
|---|---|
| NH3 | 0.63±0.16 |
| N2O | 0.06±0.02 |
| CO2 | 100.26±16 |
| CH4 | 0.23±0.15 |
| CO2/NH3 | 159.6 |

Obs: a) As emissões de N em relação ao C
Corresponde a menos de 1%.
b) Para o $CO_2$, estima-se que as camas
Emitem em torno de 25% do total.

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Flux de emissão de $NH_3$ (g.Frango $^{-1}$ $d^{-1}$)

| Fonte | Localização | Flux de Emissão (g.Frango$^{-1}$ $d^{-1}$) |
|---|---|---|
| | Estado/Brasil | $NH_3$ |
| Angnes (Tese) | SC | 0,51 |
| Lima et al., 2015 | MS | 0,28 |
| Lima et al. 2011 | SP | 0,19 |

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# EMISSÃO $NH_3$ *vs* FRANGO DE CORTE

- A emissão de amônia está em função de vários fatores:
  - Reutilização da cama

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 NH3 | 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) |

[a]Filtros com cobertura ácida;
[b]Sistema eletrônico Dräger® Safety (0 – 200 ppm ± 3 ppm de precisão);
[c]11 galpões com cama de diferentes idade com tratamentos químicos.
Fonte: Oviedo-Rondón (2008)

# Estudo da Concentração e emissão de gases em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

**Conclusão :**

1) A soma das emissões médias acumuladas de cada ciclo produtivo (38 dias) resulta nas emissões totais acumuladas por 6,5 lotes de aves alojadas em um ano.

Os fluxos anuais de emissão foram:

1- $NH_3$ foi de 168±43 g aves/galpão/ano ou 2,3±0,6 kg /$m^2$/ano;

2- $N_2O$ 16±4 g aves/galpão/ano ou 224±56 g /$m^2$/ano;

3- $CH_4$ foi de 61±16 g aves/galpão/ano ou 854±86 g /$m^2$/ano;

4- $CO_2$ foi de 24,7±0,6 kg aves/galpão/ano ou 338,4±12 kg /$m^2$/ano;

**Fonte: ANGNES, OLIVEIRA, COLDEBELLA, Robin (2019)**

# Projeto de cooperação técnica: Área de ambiência e automação de granjas de Aves e Suínos

**Agradecimento: Embrapa, BRF e INRAe (FR)**








## Grato pela atenção

Contato: paulo.armando@embrapa.br

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

