

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

Embrapa



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).





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**

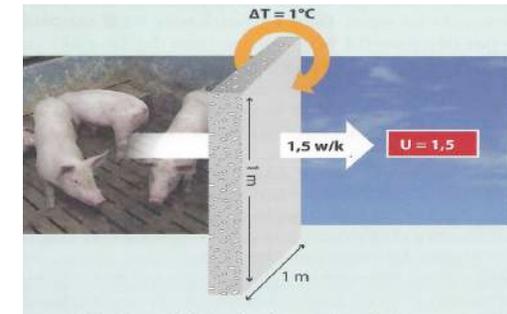


Conceito de Ambiência

Principais Parâmetros Ambientais a serem Observados nas Edificações

- Ambiente Externos e Interno das Edificações

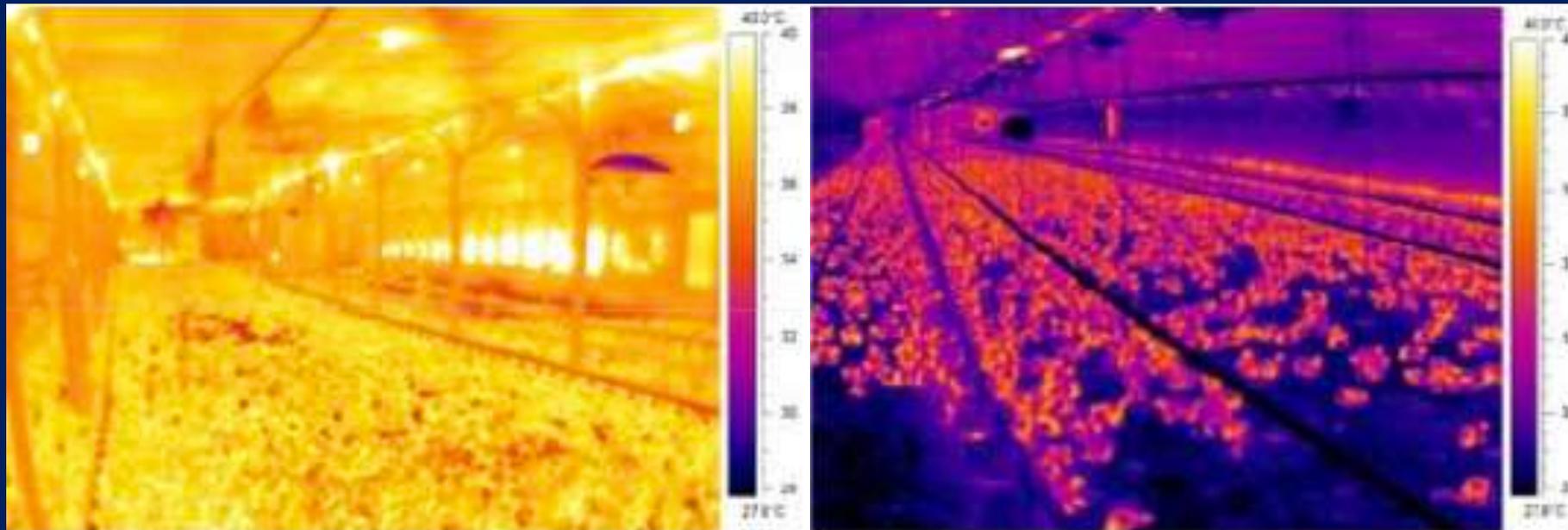
- » Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); Umidade Relativa do Ar (%)
- » Velocidade do Ar (m/s)
- » Concentração de Gases (CO_2 , CH_4 , N_2O , NH_3 e H_2S) e Poeira (mg/m^3)
- » Isolamento térmico da Edificação
- » Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)
- » Monitoramento e Automação



Comparativo do Sistema Convencional X Dark House



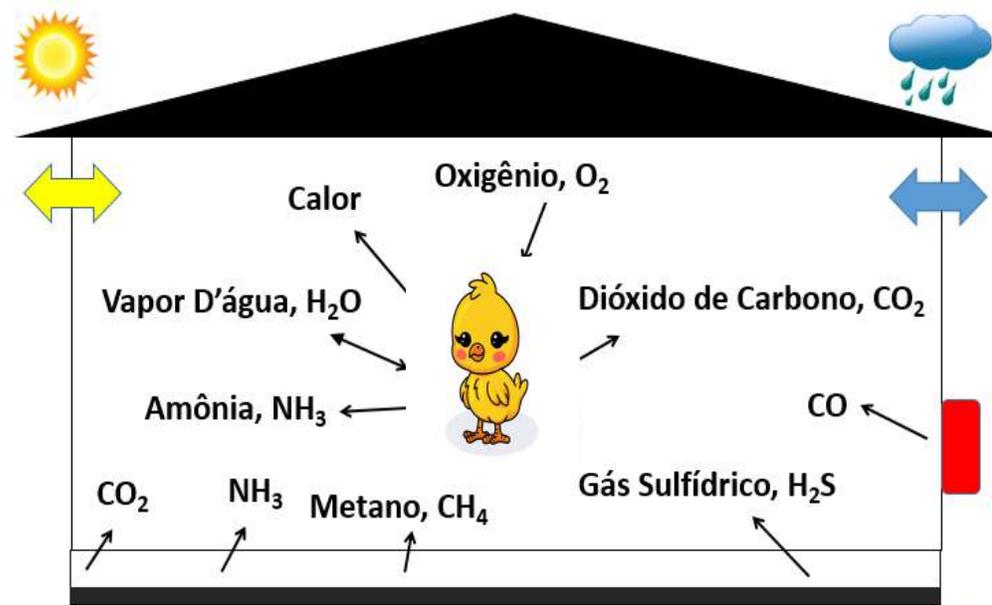
Aviário Convencional e Dark House submetido a uma temperatura externa de 34 °C



Conceito de Ambiência (Concentração de Gases)

Recomendações Para Concentração de Gases no Ambiente Interno das Edificações

- » **NH₃** : 2 a 25 ppm
- » **CH₄**: < 80.000 ppm
- » **CO₂** : 350 a 1500 ppm
- » **CO** : < 10 ppm
- » **O₂** : 19,3 %
- » **Poeira** : < 3,4 mg/m³



Condições para o Desenvolvimento de Compostagem da Camas

Fermentação aeróbia mediada por *Bacillus proteus*, *Micrococcus* outras saprófitas, produzindo H₂O e CO₂.

Exotérmica: calor (45-60°C);

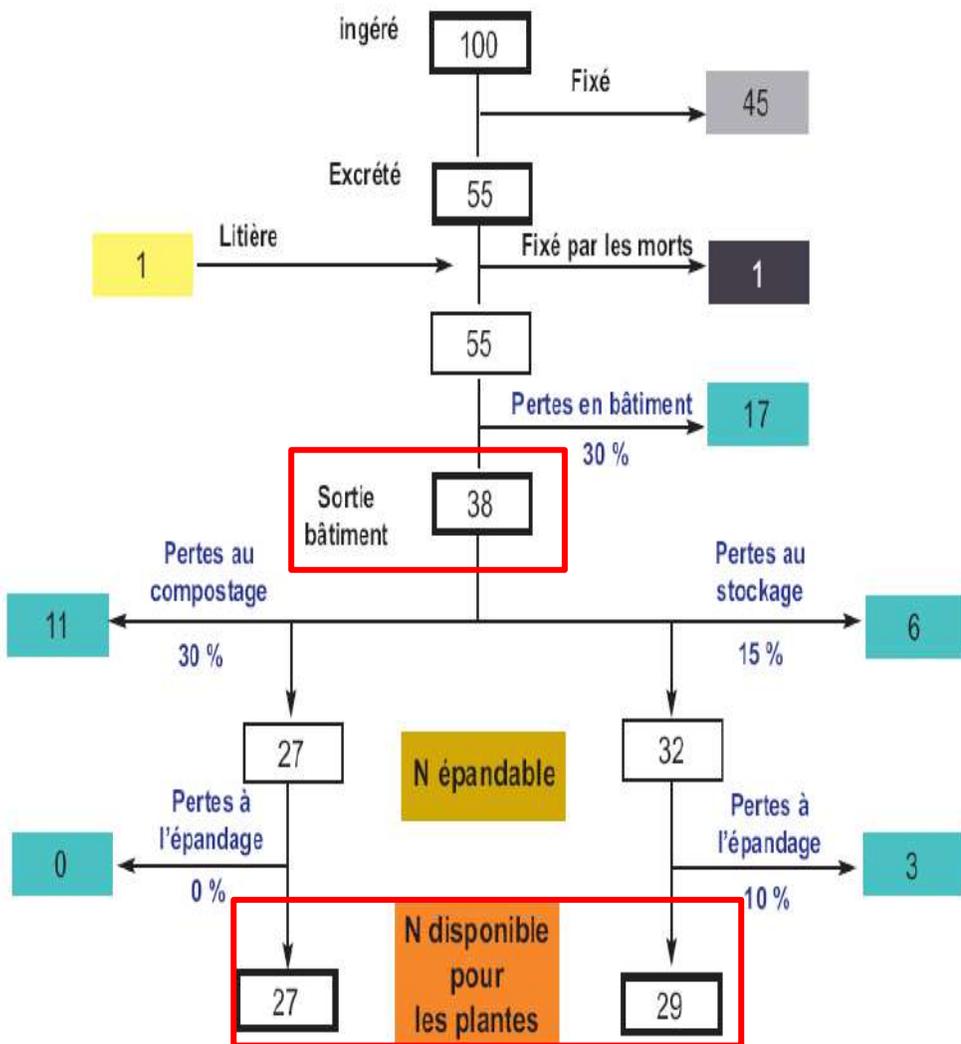
Condições Favoráveis:

- Umidade 50-65%;
- Concentração O₂ > 10%;
- pH 6,5-8,0;
- Relação C/N 30 - 50;
- Porosidade ± 30%;

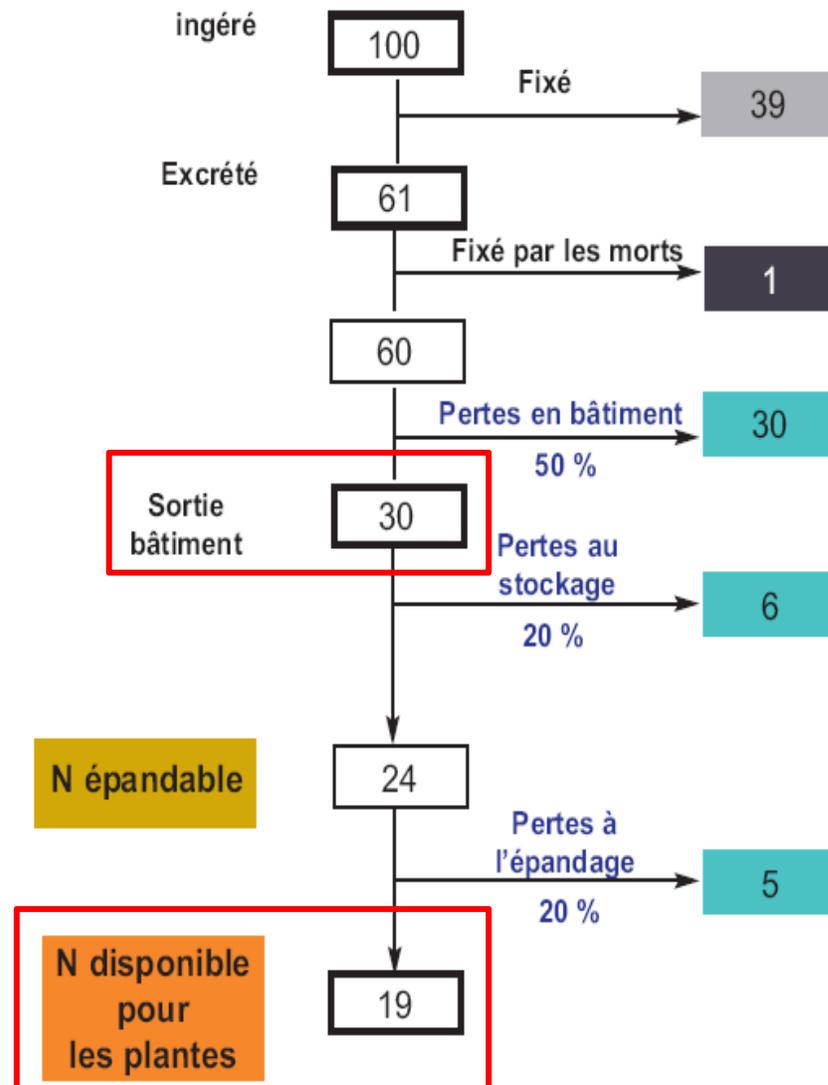


Estimativa do Balanço de Nitrogênio em dois sistemas de Produção

1) Compostagem/Camas

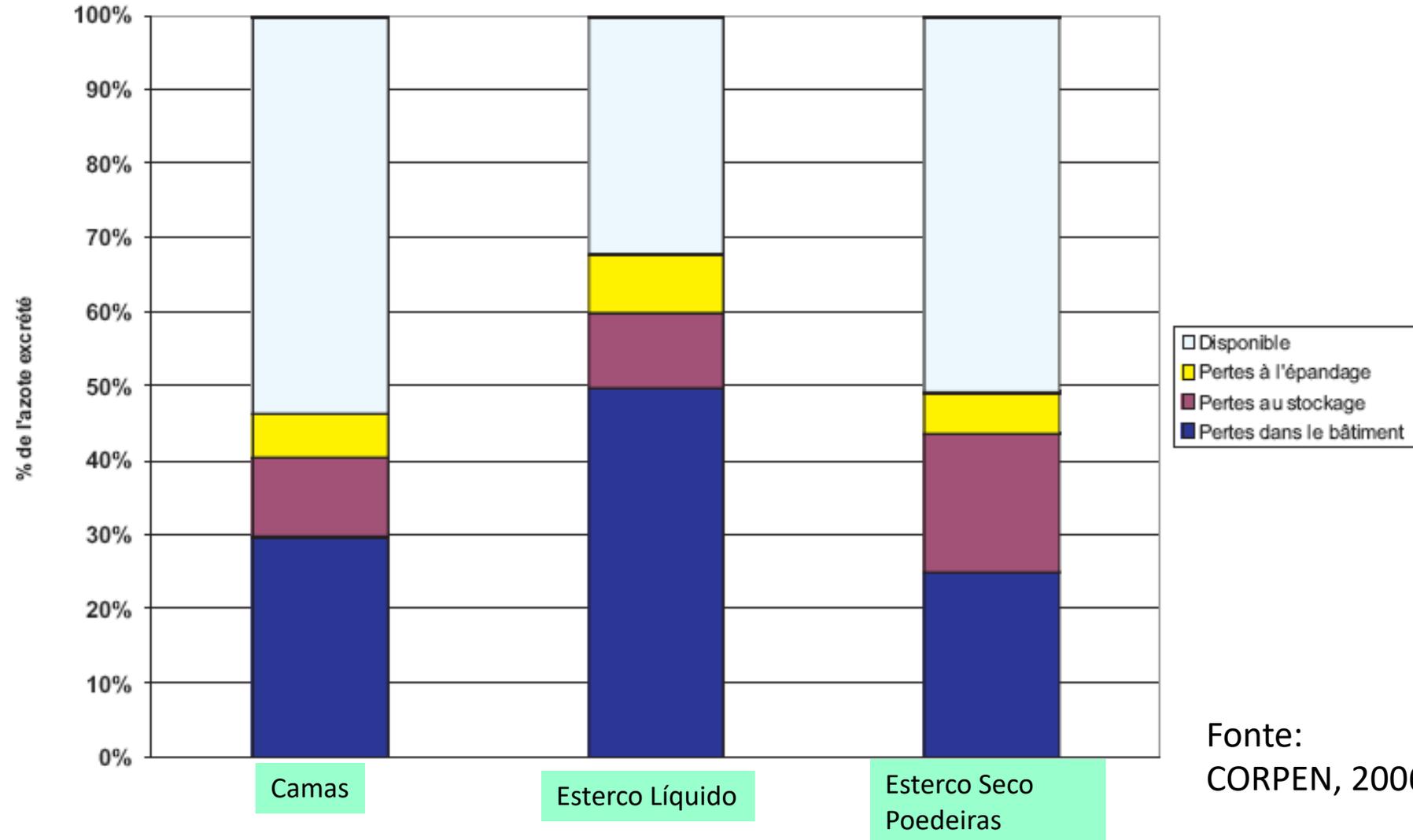


2) Excretas Forma Líquida



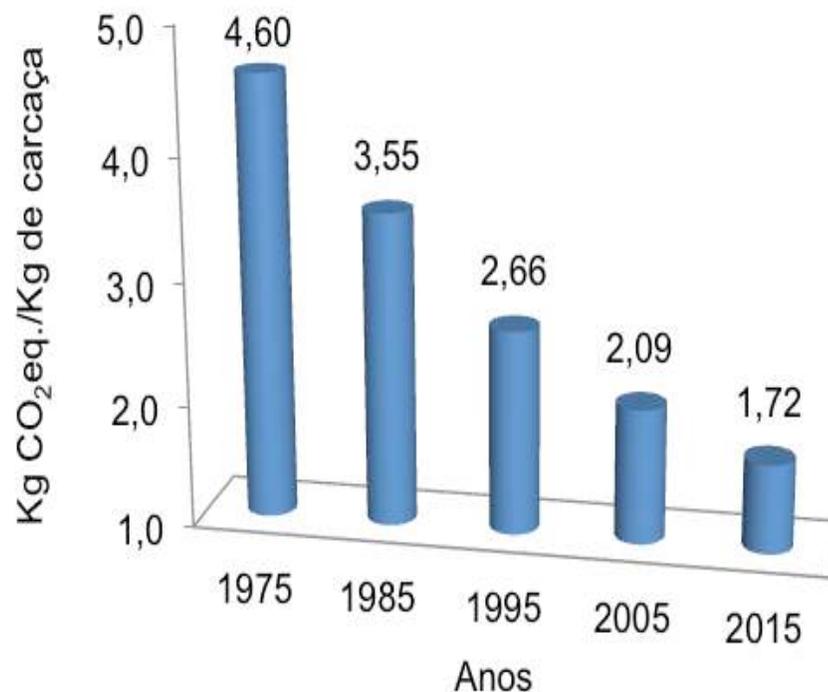
Estimativa do Nitrogênio na Avicultura

Balço de Nitrogênio na Produção de Aves



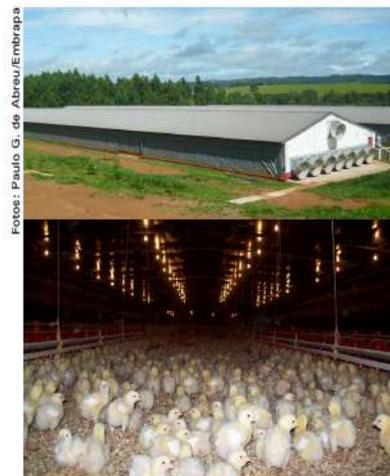
Fonte:
CORPEN, 2006

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



Comunicado Técnico 504

ISSN 0100-8862
Versão Eletrônica
Julho, 2012
Concórdia, SC



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

Paulo Armando Victória de Oliveira¹
Jonas Irineu dos Santos Filho²
Pauline Bellaver³
Gerson Neudi Scheuermann⁴
Luizinho Caron⁵

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	<i>Dark House</i>
Lotes por ano	Lotes/ano	7	7
Densidade	aves/m ²	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.

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 CO₂ e N₂O 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
Coefficientes 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 ₂ O	Unidade	310	310	-
N ₂ O/N	Adimensional	1,57	1,57	-
EF volatilizado	kg N ₂ O-N	0,01	0,01	-
EF_N ₂ O	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. CO₂ 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

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, CO₂ e N₂O, na produção de frangos de corte criados nos aviário convencional e *dark house* devido à melhoria na eficiência do consumo de energia elétrica, área construída, aquecimento das aves e economia de maravalha

Parâmetros	Unidade	Convencional	Dark House	Emissão reduzida
Emissões em função do consumo de energia elétrica				
Consumo de energia elétrica por lote	kWh.lote ⁻¹	1.700	3.220	-1520
Consumo de energia elétrica por frango	kWh.frango ⁻¹	0,106516291	0,08281893	0,023697361
Consumo total de energia elétrica	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 construída				
Densidade	Frangos.(m ²) ⁻¹	13,3	16,2	2,9
Área construída	m ²	69423558,9	54803735,36	14619823,54
Fator de emissão para construção	kgCO ₂ eq.(m ²) ⁻¹	150,48	150,48	
ER_área emissão por área construída	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

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.CO₂eq.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)	<i>Dark house</i> (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/m ²)	Maior (16,2 aves/m ²)	Redução de 20% (420.000 m ²) 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%)

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 CO₂ 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.

Edificações para a produção de Frangos corte

Modelo "Convencional"



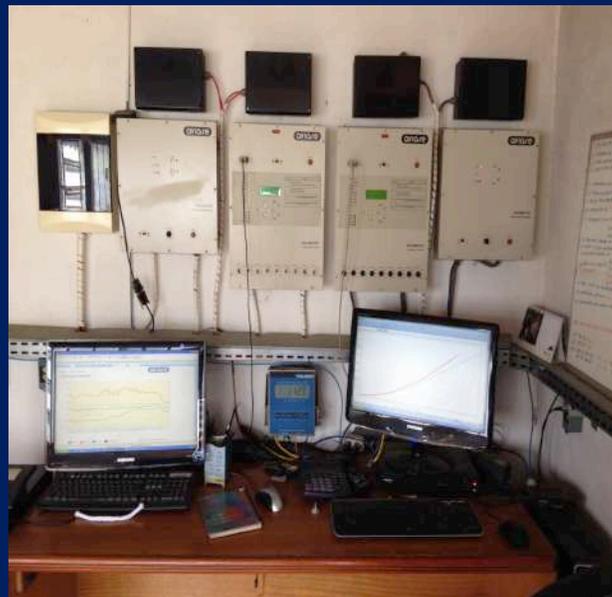
Tendência das edificações para a produção de Frangos corte

Modelo "Dark House"

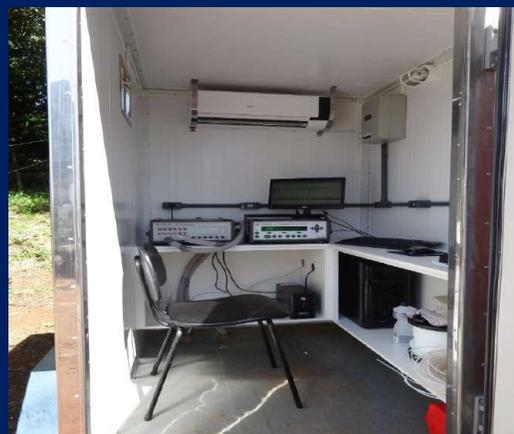


Tendência das edificações para a produção de Frangos corte

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 m³, ventilação controlada, dentro foram colocadas leiras compostagem (serragem) com volume de 3 m³ e área 3,19 m² 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).

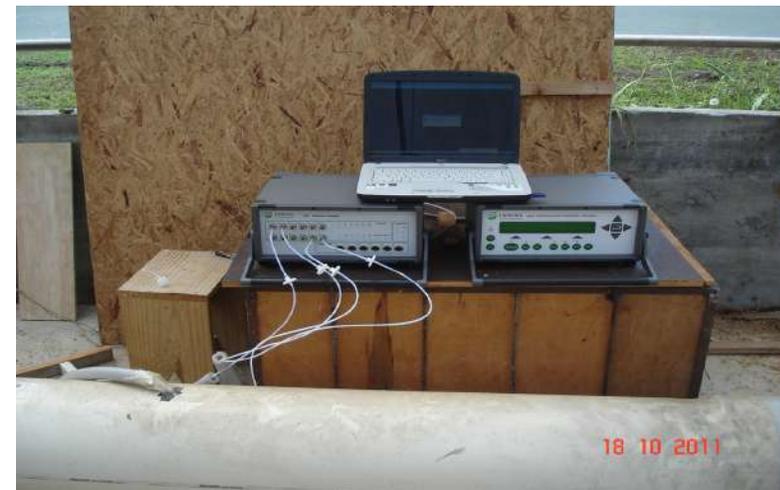
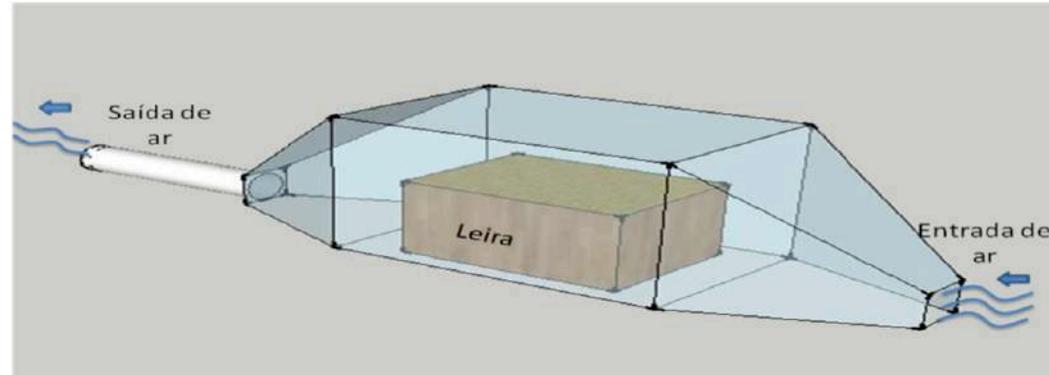
Balanço de massa foi calculado a partir das concentrações dos elementos C e N que ingressaram no sistema e a concentração obtida na biomassa ao final.

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



Metodologia usada na determinação das emissões de gases

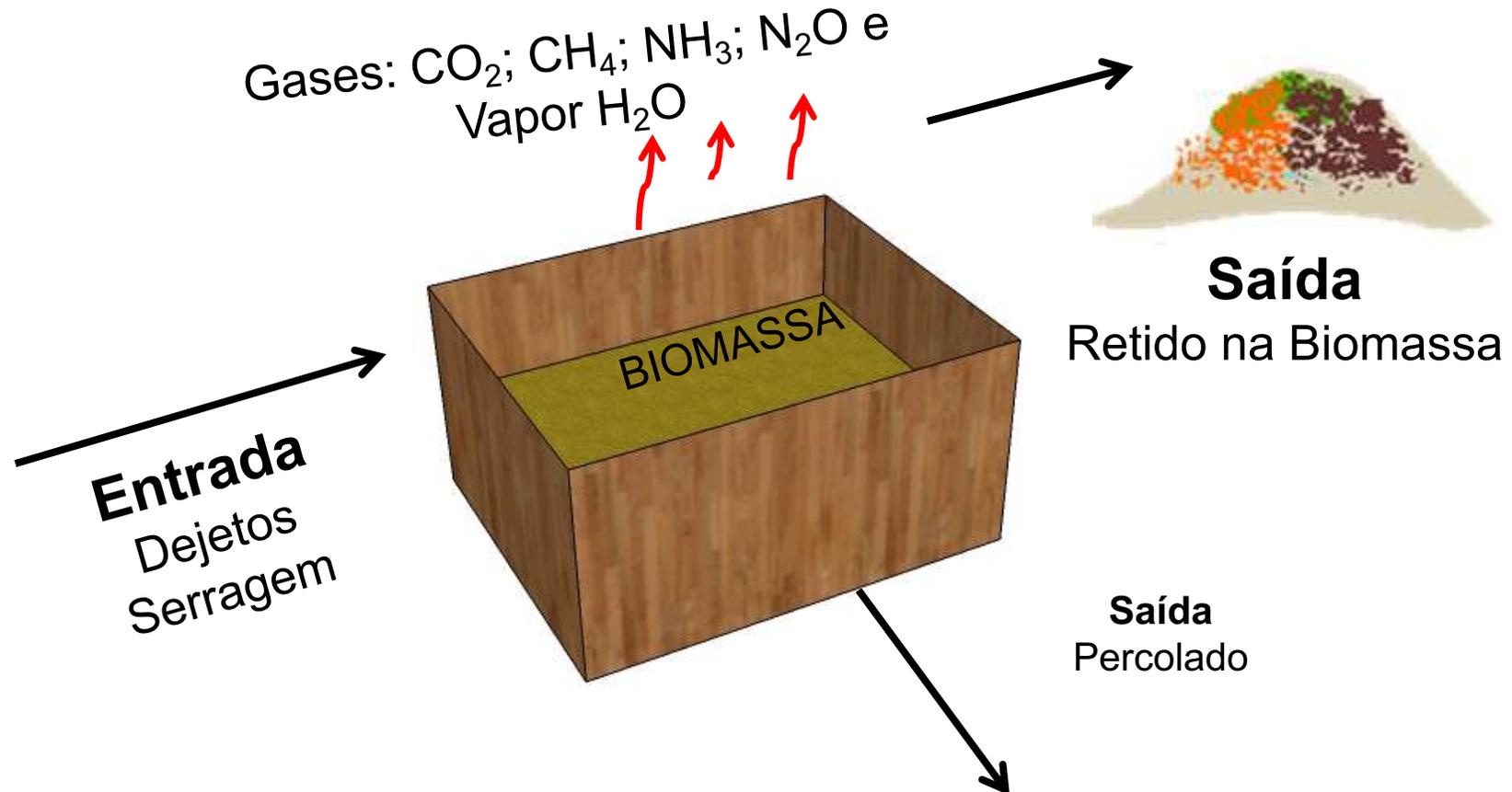
As emissões dos gases foram determinadas a partir da concentração dos gases (ppm) medidos na entrada e saída dos túneis, a cada 4 min., pelo analisador de gases INNOVA 1412 (Espectrofotômetro Fotoacústico).



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.

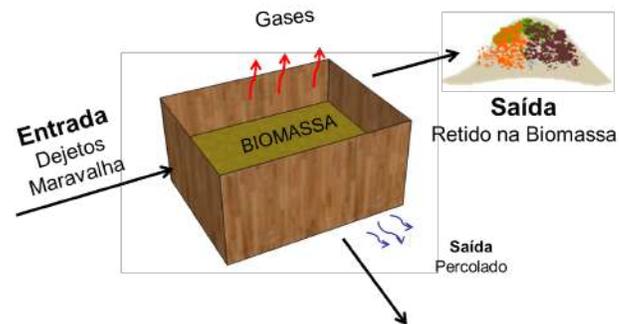
As diferenças entre as concentrações foram consideradas como perdas e foram comparadas as emissões gasosas desses elementos.



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



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 Oliveira¹, Graciele Angnes² e Arlei Coldbella³



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

Estudo comparativo da implantação de sistema Dark House em granja comercial

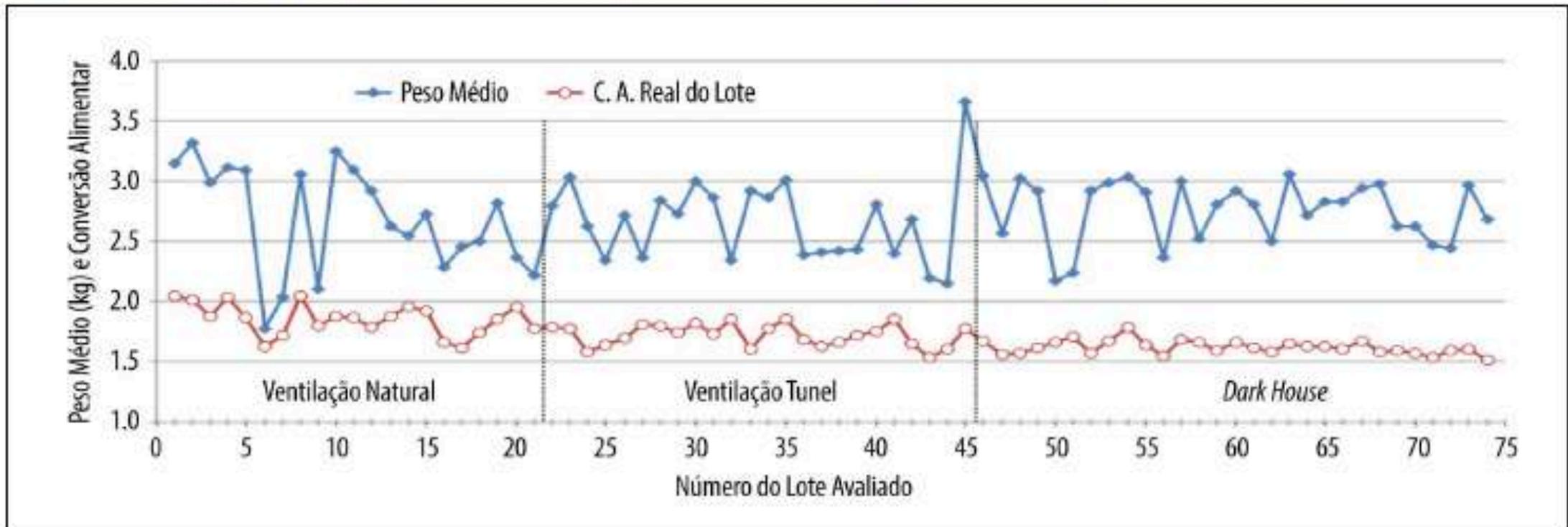
Tabela 03. Valores médios dos parâmetros avaliados para os modelos: Ventilação Natural (SVN), Ventilação Tipo Túnel (SVT) e Dark House (SDH)

Parâmetros Avaliados	Modelo de Edificação		
	SVN	SVT	SDH
Número de aves por 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 IEE- Índice de Eficiência Econômica

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



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

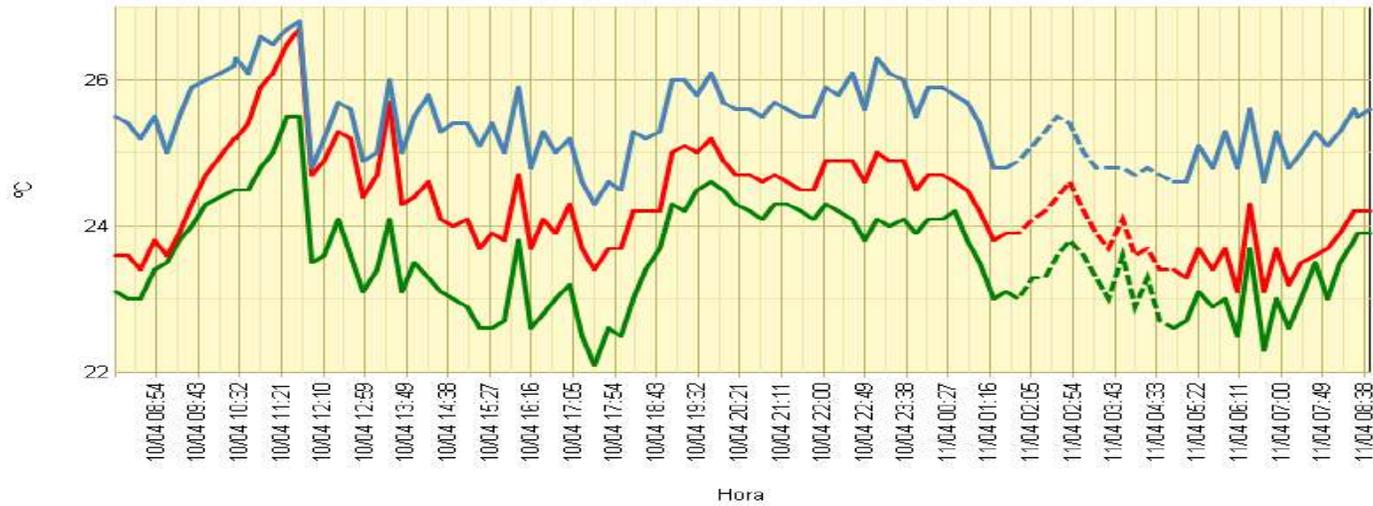


Dados médios, máximo e mínimo da velocidade, temperatura e umidade relativa do ar observados no ambiente interno do aviário.

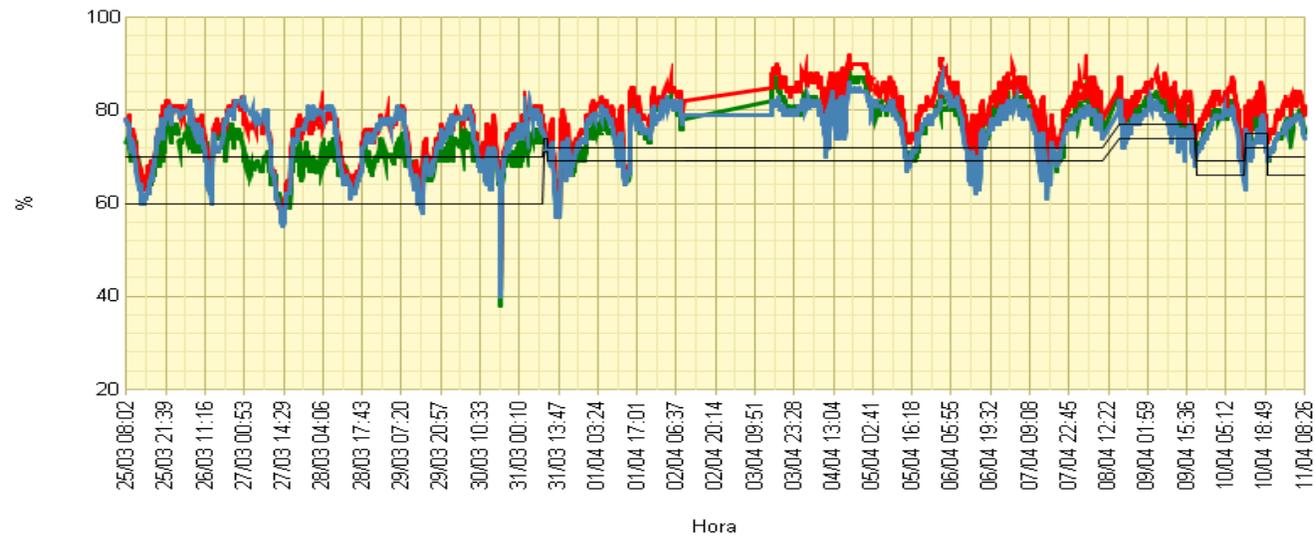
Variáveis	Velocidade (m/s)	Temperatura d (°C)	Umidade relativa (%)	Temperatura das camas (°C)
Média	0,81	24,0	78,5	29,3
Máximo	2,55	26,0	87,3	32,4
Mínimo	0,12	19,8	68,6	20,0

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).

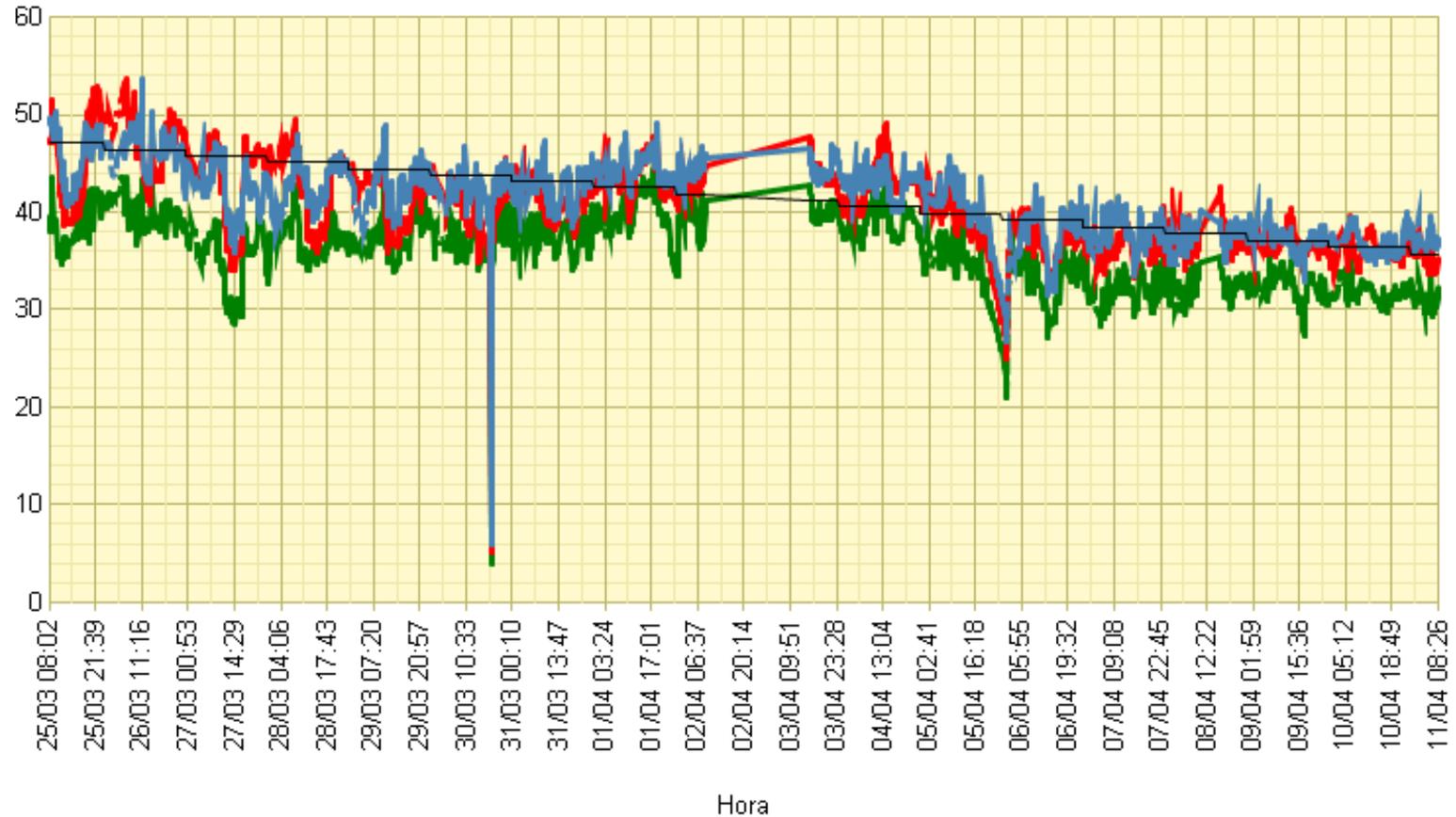
Experimento de Determinação da Emissão de NH₃ em Aviário Tipo Dark house (SC)

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

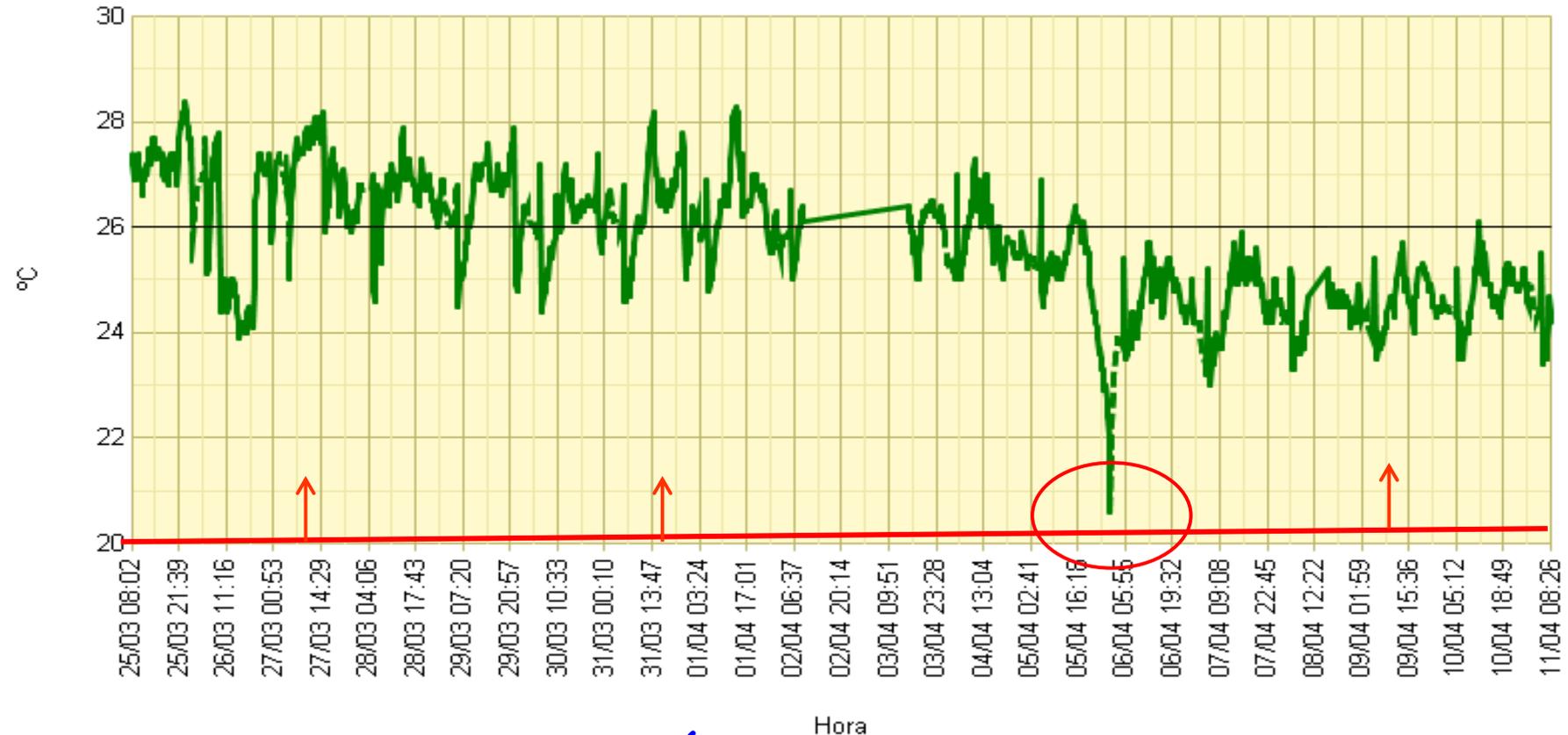
$$E = (0,24 \times T + w \times (0,47t + 595)) \times 4,184 \times 1000$$



UC



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

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

Fonte: Oliveira et al. (2013).



Concentração em ppm de metano (CH₄) e vapor de água (mg/m³), na produção de frangos de corte, em sistema Dark House.

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

Fonte: Oliveira et al. (2013).



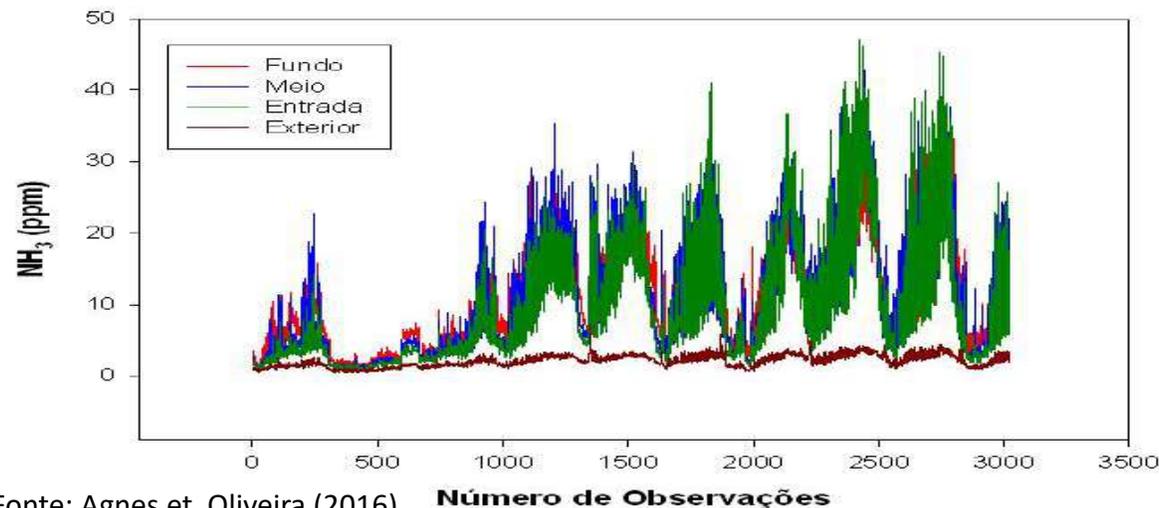
Experimento de Determinação da Emissão de NH₃ em Aviário Tipo Dark house (SC)

Medição contínua NH₃, cada 5 minutos, em 3 pontos no aviário

Resultado do Fluxo de Emissão de NH₃

Fonte	Localização	Emissão
	Estado	(g . frango ⁻¹ d ⁻¹) NH ₃
Granja Estudo	SC	0,51
Lima et al., 2015	MS	0,28
Lima et al. 2011	SP	0,19

Emissão NH₃ - 21 a 42 dias de Produção



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.



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/m²)

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

- Massa volumétrica do ar (kg/m³)

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

- Concentração equivalente (mg/m³)

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

Robin et al. (2011)



Características dos Dark House estudados

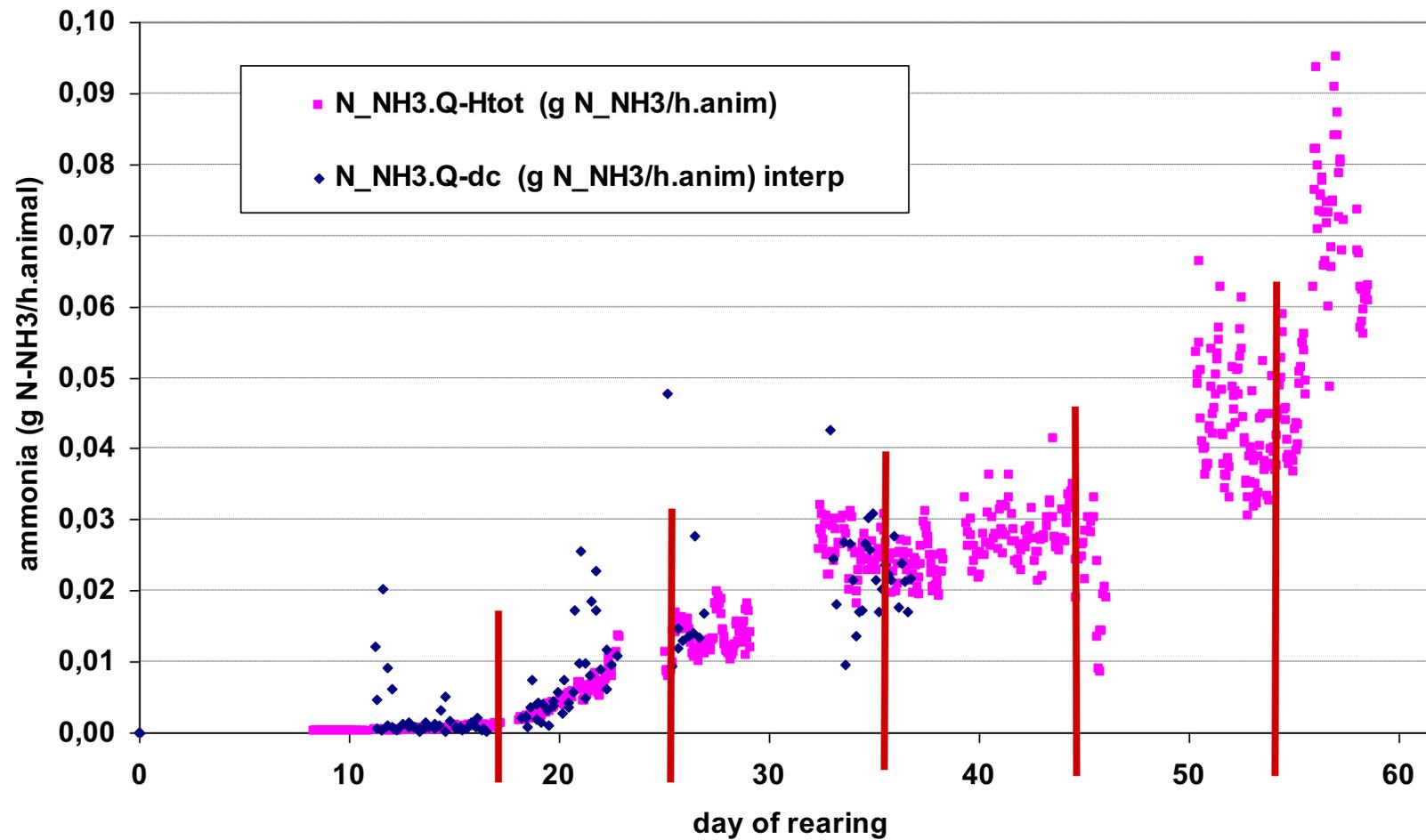
Sistemas	DH1			DH2			DH3		
Repetições	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Núm. Aves	20928	20125	20946	16883	16894	16897	12717	13445	12459
Ciclo (Dias)	41	43	40	39	40	41	40	40	40
Área Dark (m ²)	1500	1500	1500	1200	1200	1200	960	960	960
Temp. Exterior °C	21.1 ±4.5	22.6 ± 3.7	22.4 ± 4.1	22.6 ± 5.2	23.9 ± 4.5	23.8 ± 4.5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



Metodologia Simplificada na coleta da gases

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





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)	$1.56 \pm 0.07a^*$	$1.52 \pm 0.03a$	$1.50 \pm 0.04a$
Idade (dias)	$40.8 \pm 1.5a$	$40.5 \pm 1.7a$	$40.7 \pm 0.6a$
Consumo Ração (kg/Frango)	$4.23 \pm 0.30a$	$3.94 \pm 0.18a$	$3.90 \pm 0.04a$
Mortalidade (%)	$5.28 \pm 2.79a$	$4.33 \pm 1.26a$	$3.90 \pm 1.51a$
Índice Efetividade Econômica (IEE)	$381 \pm 26.6a$	$379 \pm 22.1a$	$377 \pm 13.5a$

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

Tabela 1. Concentrações médias e desvio padrão de NH₃ por semana.

Semana	DH1 (ppm-v)	DH2 (ppm-v)	DH3 (ppm-v)
1	5.4±2.1 ^a	5.8±2.9 ^a	6.7±4 ^a
2	5.0±2.2 ^a	5.2±2.2 ^a	11.1±9 ^a
3	12.4±6.6 ^a	8.1±7.3 ^a	13.7±10 ^a
4	12.3±6.7 ^a	6.6±4.3 ^a	10.1±5.7 ^a
5	8.7±6.5 ^a	10.5±6.9 ^a	5.7±2.1 ^a
6	9.3±7,5 ^a	6.3±2.3 ^a	3.6±1 ^a

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



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

Tabela 2. Média e desvio padrão das concentrações de CO₂ 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±56 ^a	930±329 ^a
6	959±321a	722±39 ^a	766±63 ^a

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



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.

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 ($p \leq 0,05$).



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.

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



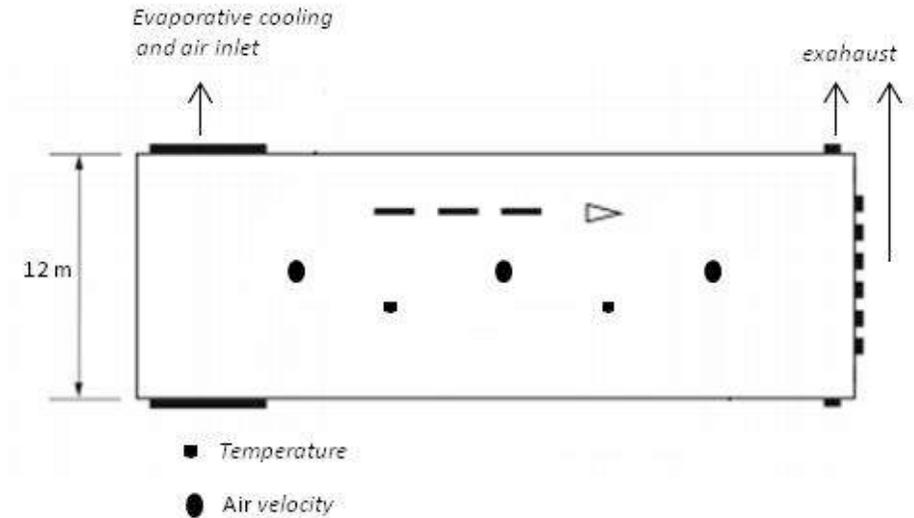
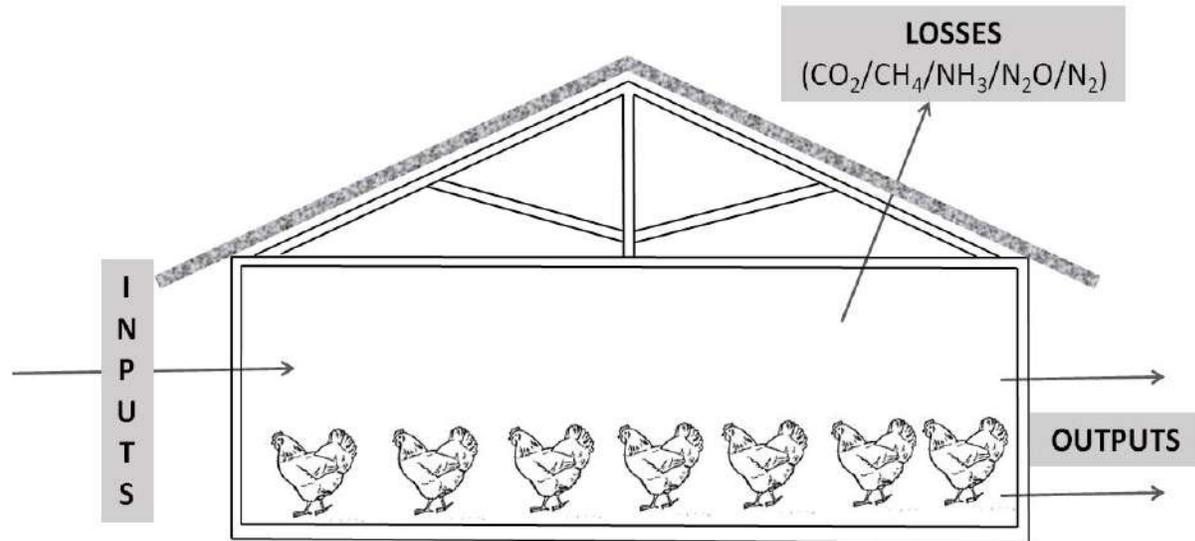
Fluxo de emissão de NH₃_N, em 3 granjas comerciais, com sistema Dark House

Tabela 5. 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



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: ^aITAVI (2013) e ^bEmbrapa (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	



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.

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

Conclusão:

Emissão Média ou Fluxo Médio dos GEE e NH₃ (g/aves/dia):

Gases	Média
NH ₃	0.63±0.16
N ₂ O	0.06±0.02
CO ₂	100.26±16
CH ₄	0.23±0.15
CO ₂ /NH ₃	159.6

Obs: a) As emissões de N em relação ao C
Corresponde a menos de 1%.

b) Para o CO₂, estima-se que as camas
Emitem em torno de 25% do total.

Flux de emissão de NH₃ (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

EMISSÃO NH₃ 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 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)

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 $2,3 \pm 0,6$ kg /m²/ano;

2- N_2O 16 ± 4 g aves/galpão/ano ou 224 ± 56 g /m²/ano;

3- CH_4 foi de 61 ± 16 g aves/galpão/ano ou 854 ± 86 g /m²/ano;

4- CO_2 foi de $24,7 \pm 0,6$ kg aves/galpão/ano ou $338,4 \pm 12$ kg /m²/ano;

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



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

